



# ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Факультет Комп'ютерних наук  
Кафедра Медіасистем та технологій  
Рівень вищої освіти другий (магістерський)  
Спеціальність 186 Видавництво та поліграфія  
Тип програми Освітньо-професійна  
Освітня програма Технології електронних мультимедійних видань  
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри МСТ \_\_\_\_\_  
(підпис)

« 28 » жовтня 2019 р.

## ЗАВДАННЯ НА АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові Демській Анастасії Ігорівні  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження можливостей UI web-систем для підвищення ефективності маркетингових рішень

Затверджена наказом по університету від 25 жовтня 2019р. № 1550 Ст

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 16.12.2019 р.

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

Стандарти юзабілаті ISO 9126-4 та ISO 9241-11

Програмне забезпечення: \_\_\_\_\_

– текстовий редактор Microsoft Word;

– пакет прикладних програм для числового аналізу – MatLab;

– відкрите програмне забезпечення для айттрекера на мові Python;

Апаратне забезпечення – персональний комп'ютер, айттрекер Pupil Labs.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі \_\_\_\_\_

Аналіз технічного завдання; Вступ; Аналіз досліджень у галузі оцінки

зручності візуального сприйняття; Методики проведення тестування

на юзабіліті; Розробка параметричної моделі оцінки зручності

досліджуємої сторінки; Розробка методу удосконалення проведення

тестування на юзабіліті; Економічне обґрунтування запропонованих

рішень; Висновки; Додатки

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій

Слайди: Мета, актуальність, задачі роботи; Аналіз досліджень у галузі оцінки зручності візуального сприйняття; Стандарти юзабіліті; Параметрична модель оцінки зручності досліджуємої сторінки; Якісна оцінка юзабіліті сайту (методи бланкового тестування); Кількісна оцінка юзабіліті сайту (методи юзабіліті-тестування за технологією Eye Tracking); Розроблений алгоритм; Практична реалізація (опитування Google Forms); Практична реалізація (тестування за технологією Eye Tracking); Практична реалізація (Обробка результатів дослідження у середовищі MatLab); Економічне обґрунтування запропонованих рішень; Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	доц. Колесникова Т.А.		
Економічна частина	зав. каф. ЕК Полозова Т.В.		

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз технічного завдання	28.10 – 30.10.19	
2	Аналіз досліджень у галузі оцінки зручності візуального сприйняття	01.11 – 05.11.19	
3	Методики проведення тестування на юзабіліті	06.11 – 10.11.19	
4	Розробка параметричної моделі оцінки зручності досліджуємої сторінки	11.11 – 18.11.19	
5	Розробка методу удосконалення проведення тестування на юзабіліті	19.11 – 27.11.19	
6	Економічна частина	28.11 – 02.12.19	
7	Подання роботи на перевірку Інтернет-сервісом Unichек	03.12 – 07.12.19	
8	Оформлення пояснювальної записки	07.12 – 10.12.19	
	Подання роботи на рецензію	10.12 – 12.12.19	
9	Подання роботи на підпис зав. кафедри	12.12 – 15.12.19	
11	Подання атестаційної роботи в ЕК	16.12.19	

Дата видачі завдання 28.10.2019 р.

Студент \_\_\_\_\_ Демська А.І.  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ доц. Колесникова Т.А.  
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 74 сторінки, 24 рисунка, 8 таблиць, 61 джерело, 2 додатки.

ВЕБ-САЙТ, ЮЗАБІЛІТІ, ТЕСТУВАННЯ, EYE-TRACKING,  
АЛГОРИТМ, ЕТАЛОН

Зручність є найважливішим фактором у визначенні того, чи будуть відвідувачі використовувати ваш сайт, робити на ньому покупки. Тому для досягнення реальної мети юзабіліті дизайнерська діяльність вимагає додаткового інструментарія для оцінки якості графічної і мультимедійної продукції, в тому числі з психологічної та ергономічної точок зору.

Мета дослідження – аналіз сучасних методів оцінки роботи веб-сайтів та розробка на їх основі нових методів отримання ефективності маркетингових рішень.

Об'єкт дослідження – інтерфейси Web-систем.

Предмет дослідження – оцінка якості інтерфейсів Web-систем.

Наукова задача – отримання даних для кількісної оцінки зорового сприйняття, які можуть бути використані при розробці як інформаційних технологій, так і технологій ідентифікації та діагностики особистості.

Наукова новизна – застосування когнітивних технологій, які враховують особливості візуального сприйняття графічної інформації людиною, створення ефективних інструментальних засобів і методів для розробки технологічних модулів і закінчених прикладних інформаційних систем.

В результаті виконання роботи був розроблений алгоритм методу підвищення ефективності UI web-систем, на підставі якого проведено експериментальне дослідження достовірності його результатів у середовищі MatLab.

## РЕФЕРАТ

Пояснительная записка: 74 страницы, 24 рисунка, 8 таблиц, 61 источник, 2 приложения.

САЙТ, ЮЗАБИЛИТИ, ТЕСТИРОВАНИЕ, EYE-TRACKING, АЛГОРИТМ, ЭТАЛОН

Удобство является важнейшим фактором в определении того, будут ли посетители использовать ваш сайт, делать на нем покупки. Поэтому для достижения реальной цели юзабилити дизайнерская деятельность требует дополнительного инструментария для оценки качества графической и мультимедийной продукции, в том числе с психологической и эргономичной точек зрения.

Цель исследования – анализ современных методов оценки работы веб-сайтов и разработка на их основе новых методов получения эффективности маркетинговых решений.

Объект исследования – интерфейсы Web-систем.

Предмет исследования – оценка качества интерфейсов Web-систем.

Научная задача – получение данных для количественной оценки зрительного восприятия, которые могут быть использованы при разработке как информационных технологий, так и технологий идентификации и диагностики личности.

Научная новизна – применение когнитивных технологий, учитывающих особенности визуального восприятия графической информации человеком, создание эффективных инструментальных средств и методов для разработки технологических модулей и законченных прикладных информационных систем.

В результате выполнения работы был разработан алгоритм метода повышения эффективности UI web-систем, на основании которого проведено экспериментальное исследование достоверности его результатов в среде MatLab.

## ABSTRACT

Explanatory note: 74 pages, 24 pictures, 8 tables, 61 sources, 2 applications.

SITE, USABILITY, TESTING, EYE-TRACKING, ALGORITHM,  
REFERENCE

Convenience is the most important factor in determining whether visitors will use your site or make purchases on your site. Therefore, in order to achieve the real goal of usability, design activity requires additional tools to evaluate the quality of graphic and multimedia products, including from a psychological and ergonomic point of view.

The purpose of the work is to analyze modern methods of evaluating the operation of websites and to develop new methods for obtaining the effectiveness of marketing decisions based on them.

The object of study – the interfaces of Web-systems.

Subject of research – assessment of quality of interfaces of Web-systems.

The scientific task is to obtain data for the quantitative assessment of visual perception, which can be used in the development of both information and identity identification and diagnosis technologies.

Scientific novelty is the use of cognitive technologies that take into account the peculiarities of visual perception of graphic information by a person, the creation of effective tools and methods for the development of technological modules and completed applied information systems.

As a result of the work, an algorithm was developed for improving the efficiency of UI web systems, based on which an experimental study of the reliability of its results in the environment MatLab.

## ЗМІСТ

	С.
СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ .....	9
ВСТУП .....	10
1 АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ У ГАЛУЗІ ОЦІНКИ ЗРУЧНОСТІ ВІЗУАЛЬНОГО СПРИЙНЯТТЯ .....	12
1.1 Визначення проблем процесу візуалізації.....	12
1.2 Методи оцінки зручності візуального сприйняття.....	14
1.3 Аналіз існуючих методів оцінки зручності.....	16
1.4 Метрики оцінювання .....	18
2 МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ТЕСТУВАННЯ НА ЮЗАБІЛІТІ .....	20
2.1 Проведення юзабіліті-експертизи .....	20
2.2 Методологія проведення юзабіліті-тестування за технологією Eye Tracking .....	25
3 РОЗРОБКА ПАРАМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ ОЦІНКИ ЗРУЧНОСТІ ДОСЛІДЖУЄМОЇ СТОРІНКИ.....	29
3.1 Стандарти визначення юзабіліті-метрик .....	30
3.2 Опис параметричної моделі .....	33
3.2.1 Опис параметрів визначення ефективності та задоволеності .....	34
3.2.2 Моделі, які враховують особливості візуального сприйняття графічної інформації.....	36
3.2.2.1 Математичні моделі модульних сіток .....	36
3.2.2.2 «Гравітація читання», або «патерн» .....	40
3.2.2.3 Залежності між увагою користувачів і модульною сіткою .....	42
4 РОЗРОБКА МЕТОДУ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОВЕДЕННЯ ТЕСТУВАННЯ НА ЮЗАБІЛІТІ.....	45
4.1 Створення еталонного зразку для тестування.....	45
4.2 Обробка результатів дослідження у середовищі MatLab .....	54
5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ.....	60

5.1 Характеристика науково-дослідного рішення .....	60
5.2 Етапи виконання ндр, їх трудомісткість та заробітна плата .....	60
5.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР .....	63
5.4 Визначення економічної ефективності результатів НДР .....	66
ВИСНОВКИ.....	68
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....	69
ДОДАТОК А Акт впровадження.....	75
ДОДАТОК Б Юзабіліті експертиза .....	77

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

UX – user experience;

UI – user interface;

ISO – International Organization for Standardization;

НДР – науково-дослідна робота;

ПЗ – програмне забезпечення.

## ВСТУП

Нова ідеологія Web-виробництва сприяє залученню до електронних ринків малих і середніх підприємств, надаючи їм можливість за прийнятною ціною придбати достатньо функціональні рішення, що відповідають їх задачам. Одна з переваг підприємницької діяльності у мережі Internet полягає у зменшенні кількості посередників у ланцюжку «виробник – дистриб'ютор – дилер – роздрібний продавець – покупець» [1, 2]. Існуюча класифікація бізнесу виділяє декілька бізнес-моделей, які мають свої методології побудови, перелік учасників, входи та виходи [3]. У зв'язку з тим, що важливою ланкою в електронному бізнесі найчастіше є клієнти компанії, для розгляду у даній роботі обрано модель B2C – бізнес, орієнтований на кінцевих споживачів – фізичних осіб. До цієї категорії бізнесу відноситься значна кількість підприємств електронної комерції: інтернет-магазини, платні сервіси для фізичних осіб, численні компанії, що продають консультаційні та інформаційні послуги. До структури B2C компанії входять наступні складові: інтерактивний Web-сайт, який виконує функції фронт-офісу, вітрини магазину; служба підтримки клієнтів; логістична служба та інш. [3]. Web-сайт – це своєрідний інтерфейс між підприємством та його оточенням – партнерами, постачальниками, клієнтами. У зв'язку з чим можна стверджувати, що Web-сайт, у даному випадку, перебрав на себе багато функцій та завдань, які на звичайному підприємстві виконують багато спеціальних служб та відділів. Для підприємства це є привабливим питанням ще й тому, що вартість створення й розкручування сайту набагато менша, ніж побудова структури фірми.

Сучасні тенденції ведуть до того, що кожна компанія має веб-сайт, на якому міститься інформація про послуги компанії та каталог її продукції. З ростом кількості компаній, що займаються діяльністю в одній сфері, перед користувачем постає питання, послугами якої компанії йому краще скористатися, і нерідко потенційний клієнт робить вибір на користь тієї

компанії, яка має найбільш привабливий, або зручний веб-сайт [1]. Адже саме зручність є найважливішим фактором у визначенні того, чи будуть відвідувачі використовувати ваш сайт, робити на ньому покупки.

Зазвичай користувачі оцінюють все за зовнішнім виглядом, сайти – не виняток [4]. Користувачі у даному випадку – це широке коло осіб, якісні характеристики яких (вік, стать, фізико-психологічні характеристики) з кожним роком розширюють межі. Це додатково потребує адаптації дизайну сайтів для осіб різних верств населення, в т.ч. людей похилого віку, осіб із порушенням зору, кольоросприйняття та інш., що сприятиме не лише збільшенню користувачів сайту, а й забезпеченню принципів доступності інформації.

Саме тому, враховуючи контингент користувачів, дизайнерська діяльність вимагає додаткового інструментарія для оцінки якості та зручності графічної і мультимедійної продукції, в тому числі з психологічної та ергономічної точок зору [4]. Для досягнення реальної мети *usability* потрібні певні технології і методи оцінки, розробка яких ведеться дуже довгий час [5], але до теперішнього часу немає чіткого метрологічного забезпечення проведення даних досліджень (кількість, вік респондентів, обмеження по здоров'ю), що ускладнює роботу у даному напрямі та робить отримані показники ймовірнісними. Це, у свою чергу, породжує потребу в науковому дослідженні питань якості та зручності мультимедійної продукції, способу представлення цих даних і методу їх інтерпретації для проектування інтерфейсу людина-комп'ютер.

Робота виконана згідно [6–8]. Результати дослідження доповідались на [2, 9–14], на підсумковій Міжнародній конференції молодих науковців видавничо-поліграфічної галузі «Друкарство молоде» (диплом I ступеня) (Додаток А), опубліковані у [15–17] та впроваджені у початковий процес (Додаток А).

# 1 АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ У ГАЛУЗІ ОЦІНКИ ЗРУЧНОСТІ ВІЗУАЛЬНОГО СПРИЙНЯТТЯ

У сучасній комп'ютерній графіці можна виділити такі основні напрямки: образотворча комп'ютерна графіка, обробка та аналіз зображень, аналіз сцен (перцептивна комп'ютерна графіка), комп'ютерна графіка для наукових абстракцій (когнітивна комп'ютерна графіка, тобто графіка, що сприяє пізнанню). Когнітивна комп'ютерна графіка, новий напрям, що тільки формується і поки ще недостатньо чітко окреслений [18].

Когнітивна комп'ютерна графіка, галузь знань, що забезпечує людино-орієнтоване проектування інтерфейсів, має розглянути кінцеву можливість людей обробляти інформацію, приймати рішення і діяти відповідним чином. Ці людські якості були ретельно вивчені за останні десятиліття, з урахуванням взаємодії людини з комп'ютером [18].

## 1.1 Визначення проблем процесу візуалізації

Візуальна інформація є найбільш інформативною формою відображення зовнішнього світу. Вона представляється у дво- чи тривимірному просторі, у часі та у трьох кольорових координатах [19]. Візуалізація – це спроба досягти цієї мети, представляючи складні набори інформації зображенням (візуалізацією), які дозволяють користувачеві краще розуміти та інтерпретувати дані [17].

Найбільшою проблемою у візуалізації інформації є те, що візуалізація має відображатися на двовимірному екрані, використовуючи колір як додатковий вихідний вимір. Анімація візуалізації вводить додатковий вимір, який часто зберігається для незалежної змінної часу.

Реальний світ, у якому існує і діє суб'єкт, є тривимірним, сприйняття цього світу суб'єктом також тривимірне. А проекція реальності на сітчатку ока є двохвимірною. Ось чому розуміння дійсної специфіки сприйняття

плоского зображення об'ємних тіл допомагає зрозуміти основні закони побудови перцептивного образу (зауважимо, що побудова перцептивного образу є необхідною ланкою графічної діяльності – декодування) [20].

Використовуючи характеристики зорового сприйняття людини, можна змоделювати додаткові вихідні розміри. Третій просторовий вимір отримують за допомогою стереоскопічних прийомів або за допомогою зображувальних сигналів для імітації сприйняття глибини [21].

Згідно [21] процес візуалізації можна розділити на два етапи [22]:

– кодування інформації за допомогою перетворення даних в візуальний формат шляхом застосування різних візуальних атрибутів (форма, розмір, розташування, колір тощо) і декодування інформації, що включає перетворення візуальних атрибутів в ментальний образ мозком реципієнта, при цьому відбувається зіставлення шаблонів або патернів отриманих в процесі сприйняття зі знаннями, що зберігаються в довготривалій пам'яті реципієнта, і подальша інтерпретація зображення (рис. 1.1);

– подальше візуалізаційне відображення перетворює отримані дані у графічні зображення, які на етапі візуалізації потім відображаються на екрані або шляхом друку [21].

Основні візуальні атрибути – це орієнтація ліній, колір, прозорість, положення та розмір. Усі ці атрибути визначаються на початковому етапі візуальної обробки, виконаному мозком.

Етап кодування та декодування схеми (рис. 1.1) пов'язаний за допомогою візуальних атрибутів, таких як форма, положення та колір, а також текстові атрибути, такі як текст та символи, які самі по собі представлені простими візуальними атрибутами.

Необхідність зрозуміти логіку мислення користувачів під час роботи з інтерфейсом і призвела до розробки методів визначення задоволеності користувача взаємодією з різними інформаційними системами. Усвідомлення і моделювання когнітивних процесів користувачів сприяють створенню і адаптуванню до людського мислення інтерфейсу, дозволяє здійснити якісне

проекування інтерфейсу з урахуванням запитів користувачів, їх психофізіологічних особливостей і умов роботи. Такий інтерфейс забезпечує користувачам можливість безперешкодної роботи з максимальною задоволеністю як процесом, так і результатом [23].



Рисунок 1.1 – Процес візуалізації інформації за [21]

Специфіка процесу людино-орієнтованого проектування вимагає проведення експериментальних досліджень щодо сприйняття візуальної інформації, всебічного аналізу проєктованого об'єкта, розроблення принципів розміщення носіїв візуальної інформації, створення системи графічних знаків, колірної гами, розмірно-модульної системи [24, 25].

Існує думка, що візуальне сприйняття інформації та зручність в.т.ч. практично не піддається виміру: «неможливо виміряти кількісно ... можна лише говорити про те, що працювати з однією системою зручніше, ніж з іншою». Однак це свідчить лише про те, що в даний час не вироблено особливої метрики, за допомогою якої можна здійснити розрахунки [5, 26].

## 1.2 Методи оцінки зручності візуального сприйняття

Більшість підприємств використовують для своїх інтернет-сторінок стандартні модульні сітки які є найбільш зручними для сприйняття, при розробці яких обов'язково беруть до уваги математичні моделі модульних

сіток, які підходять під конкретне завдання. Їх використання при грамотному застосуванні здатне зробити дизайн інтернет-ресурсів більш привабливим і зручним, підвищити функціональність сайтів [27].

Тому останнім часом підвищився інтерес UX та UI фахівців до способу збільшення конкурентоспроможності програмних продуктів на ринку і виник такий напрямок, як юзабіліті (від англ. Usability – зручність використання, застосовність). Це насамперед вимірна характеристика, яка описує, як ефективно користувач може взаємодіяти з виробом.

Юзабіліті намагається пояснити поведінку людини в складних системах при досить специфічних обставинах, і тому її результати менш точні, ніж в таких науках як математика чи фізика. Таким чином, ми можемо стверджувати, що юзабіліті спирається в своїх рекомендаціях здебільшого на минулі експерименти і досвід, ніж на точні формули [28].

Якщо проектування моделей найбільш ефективного і зручного дизайну базується на відомих математичних підходах і принципах, адже нині всі об'єкти інформаційного та графічного дизайну носять системний, підпорядкований характер, завдяки використанню певних методологій, що містять науково-обґрунтовані рішення спрямовані на упорядкування великих об'ємів інформації, подання її у вигляді, максимально зручному для сприйняття користувачем, то методи оцінки ефективності та зручності використання веб-сайтів ґрунтуються на здобутках наукових досліджень багатьох галузей науки.

Так, існують дослідження авторів: у галузі видавничо-поліграфічних технологій (web-дизайн – С.О. Романюк [29], J. Nielsen [30], електронні видання – І.В. Огірко [4], типографіка, обробка графічної інформації – Файола Е. [31], Г.І. Фазилзянова [5]); психології (когнітивне сприйняття інформації, кольорової гама, шрифту, розташування елементів – Джордж Міллер [32], Пол Фітц [33], Вільям Хікс [34]); комп'ютерних технологій (методи створення та супроводу програмних продуктів – О.О. Гордєєв [35], E. Bergman, G. Fitzmaurice, W. Woodson); економіки та управління проектами

(нейромаркетинг – О.О. Лунева [36], інтернет-маркетинг – Є. В. Кузьмінов [37]); математики (інтерпретація отриманих даних за рахунок застосування сучасних методів математичного моделювання – Т.Е. Шульга [38], Р.В. Беляев [39], В. Ф. Очков [40]) та багато інших.

### 1.3 Аналіз існуючих методів оцінки зручності

Оцінку якості та юзабіліті бізнес-сайту проводять лише на основі тих показників, які можна перевірити за визначеними критеріями, тому використовують методи проведення юзабіліті-експертизи та юзабіліті-тестування.

Юзабіліті-експертиза дає якісну оцінку сайту, а юзабіліті-тестування – кількісну [37]. Визначено основні підходи до тестування юзабіліті:

– «коридорні» або особисті опитування (евристична оцінка). При цьому підході до тестування, оцінка, яку дає кожен конкретний учасник, багато в чому залежить від його особистих характеристик та особливостей сприйняття, тому, хоча дану методику й можна використовувати навіть при наявності єдиного експерта, ефективність в такому випадку буде значно нижчою, ніж при груповій оцінці. Одна людина ніколи не зможе виявити всі наявні в інтерфейсі проблеми. Три людини – це мінімальне число учасників, при якому має сенс проводити оцінку [41]. Основною негативною рисою описаних методів оцінки юзабіліті є витратність як часу, так і фінансових ресурсів [42];

– лабораторне тестування (комп'ютер користувача з доступом в інтернет, а також реєструвальну апаратуру для фіксації дій і поведінки респондента під час проведення тестування) [15].

Головна цінність цього виду тестування полягає в тому, що в дослідженнях ставлення респондента до об'єкта дослідження зводиться до нуля. Це означає, що точність дослідження і правдивість отриманих даних не спотворюються мотивацією респондентів під час проведення дослідження.

Одним з методів, що дають об'єктивні результати подібних досліджень, є технологія айтрекінг (EyeTracking), основною перевагою якої є неупередженість випробовуваних респондентів, оскільки в даній технології обладнання фіксує природні реакції людини (шляхом дослідження руху і реакції зіниці), які неможливо імітувати [36]. Прилад неупереджено розпізнає зіницю користувача і надає об'єктивну інформацію про те куди дивився користувач в кожен момент виконання завдання. Eye tracking прилад робить заміри кілька разів на секунду, збираючи базу даних. Потім ці дані можна візуалізувати і інтерпретувати поведінку погляду.

Основні варіанти звітів результатів досліджень із застосуванням технології Eye Tracking [36]:

– кластерний аналіз зображення. Кластерний аналіз важливий для розуміння, які області зображення є великими аттракторами, ніж інші, і для подальшого складання експертних оцінок (рис. 1.2, а);

– карта поглядів (Gazeplots). Карта поглядів являє собою послідовність фіксацій погляду на веб-сторінці, рекламному макеті і ін. (рис. 1.2, б);

– бджолиний рій. Цей інструмент відображає точки споглядання в часі для всіх респондентів у вигляді маленьких точок [35];

– теплова карта (HeatMaps). Виділення на зображенні найбільш привабливих елементів у вигляді теплих і холодних кольорів. Може відображати дані як для одного респондента, а також у вигляді зведеного звіту по всьому дослідженню цілком. Даний звіт візуально відображає області, які найчастіше переглядали респонденти. Градієнт від зеленого до червоного відображає зацікавленість респондентів. Зелене означає що користувач трохи затримався на цьому елементі. Жовтий – довше, червоний означає що елемент досить серйозно привернув увагу користувача. Це графічне представлення даних, де збережені у вигляді матриці значення відображаються за допомогою кольору [38] (рис. 1.2, в);

– карта непрозорості. Її часто називають «картою реверсного тепла», тому що, хоча результат подібний до теплової карті, райони, на які

респондент сфокусував свій зір проглядаються тим виразніше, чим більше на них фокусували свою увагу респонденти. Ті частини екрану, на які респонденти найменше звертали свою увагу, відображаються темнішими [35] (рис. 1.2, г).

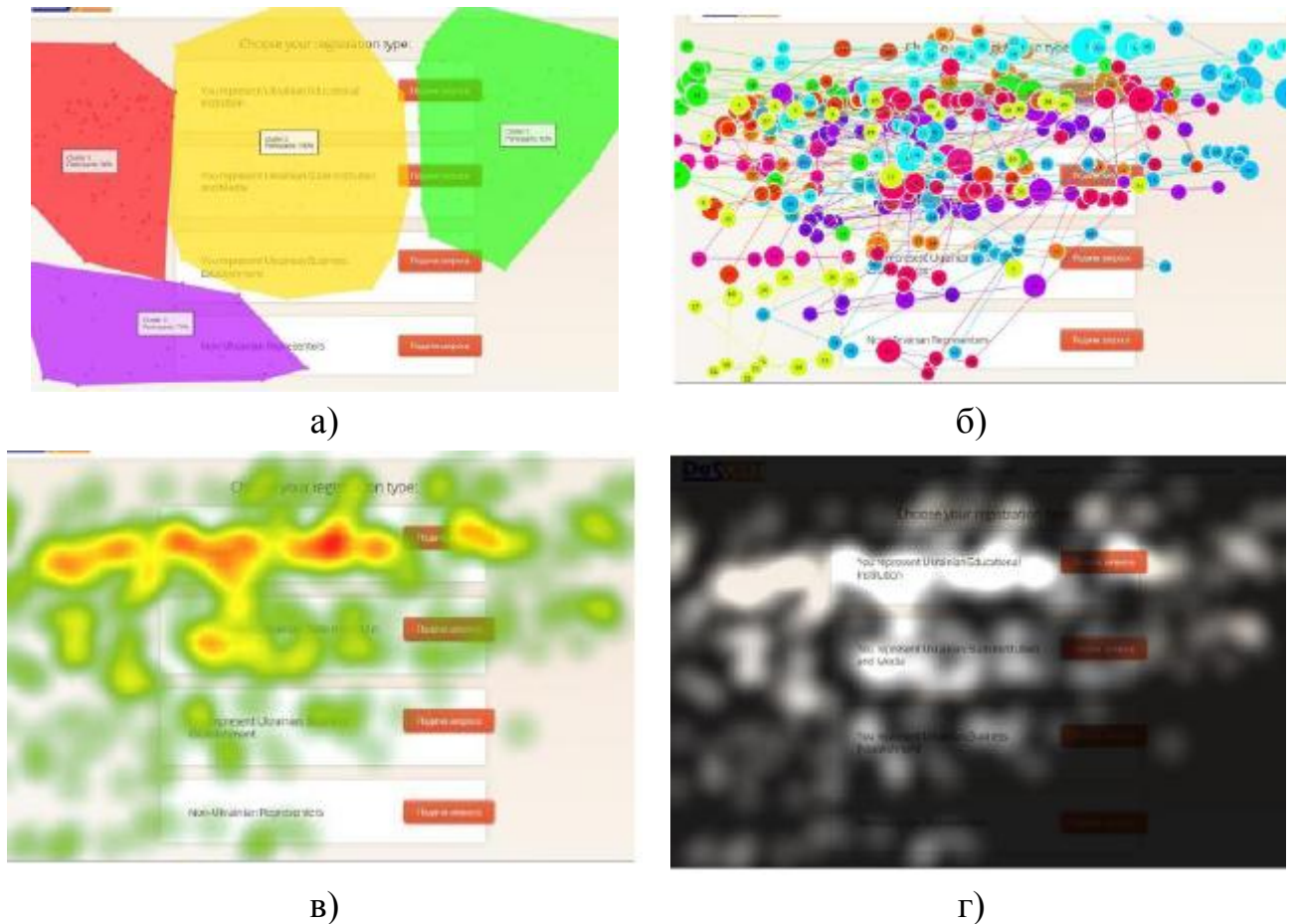


Рисунок 1.2 – Основні варіанти звітів результатів досліджень із застосуванням технології Eye Tracking

Основний принцип, закладений у всіх сферах застосування і способів побудови теплових карт – це уявлення різних значень за допомогою кольору, що забезпечує високий рівень наочності і прискорює процес аналізу [38, 39, 43].

#### 1.4 Метрики оцінювання

Метрики дають дослідникам можливість розрахувати їх величину для одного об'єкта дослідження і порівняти її з величиною такої ж метрики,

розрахованої для іншого об'єкта дослідження. Метрики айтрекінга, як правило, допомагають провести більш детальний вимір, тобто не тільки на цільовій основі, але і для окремих компонентів завдань [36].

Існує понад сто метрик айтрекінга [44]. Деякі з них досить просто розрахувати і відповідно, інтерпретувати отримані таким чином результати. До них можна віднести наступні: сумарний час, який витратив респондент, розглядаючи об'єкт або кількість респондентів, які помітили і розглядали об'єкт дослідження. Одні і ті ж метрики можуть являти собою різні когнітивні явища в контексті різних стимулів і цілей [35].

Наприклад, респондент дивиться на об'єкт дослідження досить довго, з одного боку, це може означати, що об'єкт зацікавив респондента і привернув його увагу, а з іншого боку, може мати місце ситуація, коли респондент відчуває складності в розумінні або рішенні будь-якої задачі [44].

В роботі [45] були виділені три підгрупи метрик привабливості: метрики області помітності, метрики області інтересу і метрики емоційного збудження. До метрик області помітності відносяться метрика продуктивності [35].

У той час, коли метрики привабливості визначають вплив інтерфейсів і дизайну на поінформованість, інтерес і бажання респондента, допомагаючи виявляти проблеми в інтерфейсах і дизайні, метрики продуктивності визначають, на скільки добре респонденти досягають своїх власних цілей [35].

Використовуючи значення метрик продуктивності, дослідник має можливість оцінювати зручність використання інтерфейсу і привабливість дизайну.

## 2 МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ТЕСТУВАННЯ НА ЮЗАБІЛІТІ

### 2.1 Проведення юзабіліті-експертизи

Процес оцінки якості сайтів складається з етапів проектування та етапів оцінювання. Етап проектування процесів оцінювання (рис. 2.1) як складова загального процесу оцінки є його теоретичною основою.

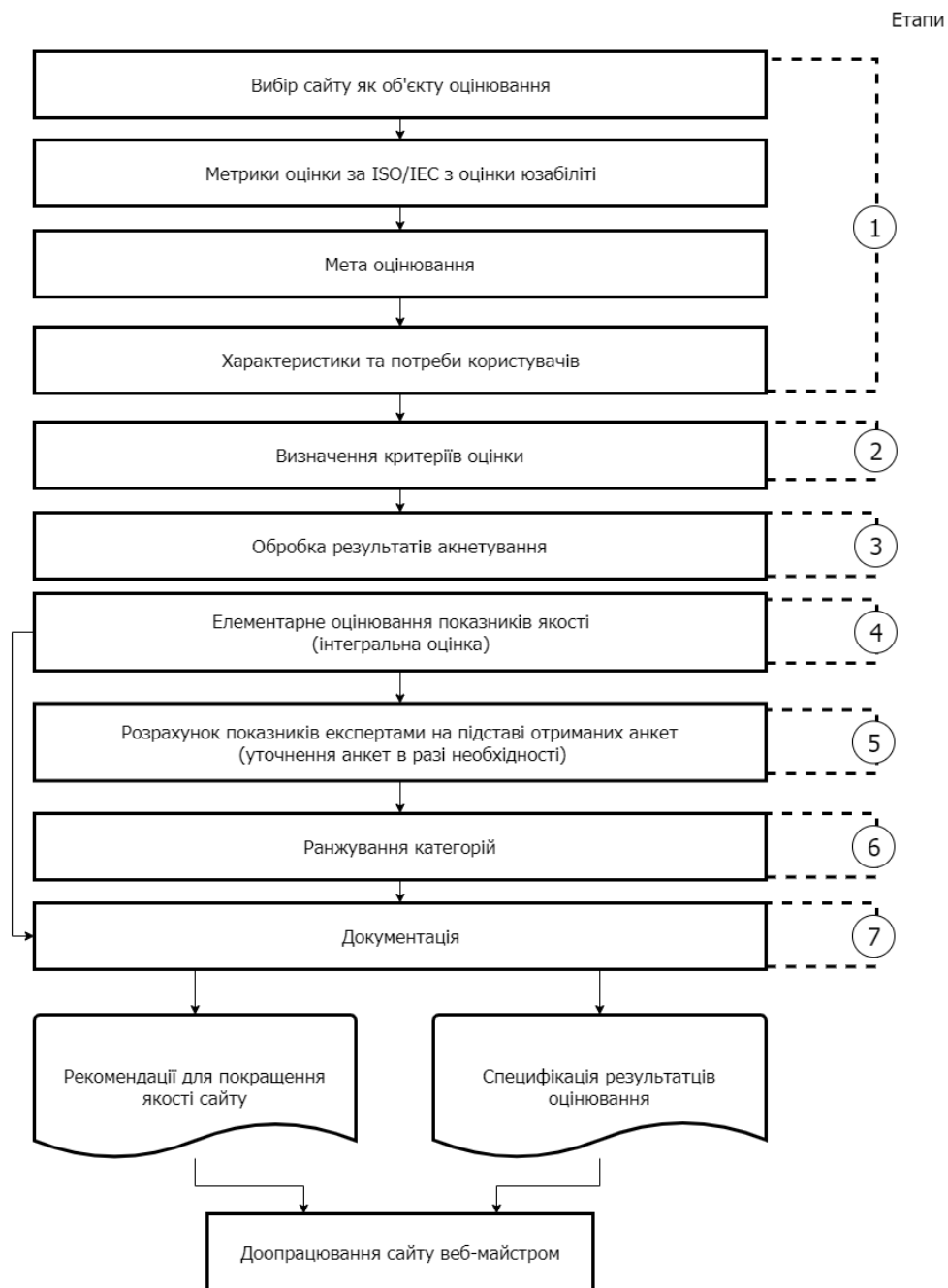


Рисунок 2.1 – Етапи проектування оцінювання якості сайту

Він містить побудову специфікації вимог до якості сайту, вибір метрик і визначення критеріїв оцінки, а також побудову моделі для об'єднання елементарних критеріїв [46].

1-й етап. Формується мета оцінювання та репрезентативна з точки зору якості і кількості група незалежних експертів: визначення оптимальної чисельності експертної групи, відбір найбільш кваліфікованих. Для цього можливі два підходи: неформалізовані і формалізований. Відбір експертів можна провести і за допомогою тестування, тобто перевірити виконання вимог до знань експертів з оцінки якості web-сайту [47].

2-й етап. Уточнення вимог, що пред'являються до основних характеристик web-сайту. Визначення найбільш значущих вимог, в залежності від типології web-сайту (рис. 2.2). Коригування анкети вимог (Додаток Б).

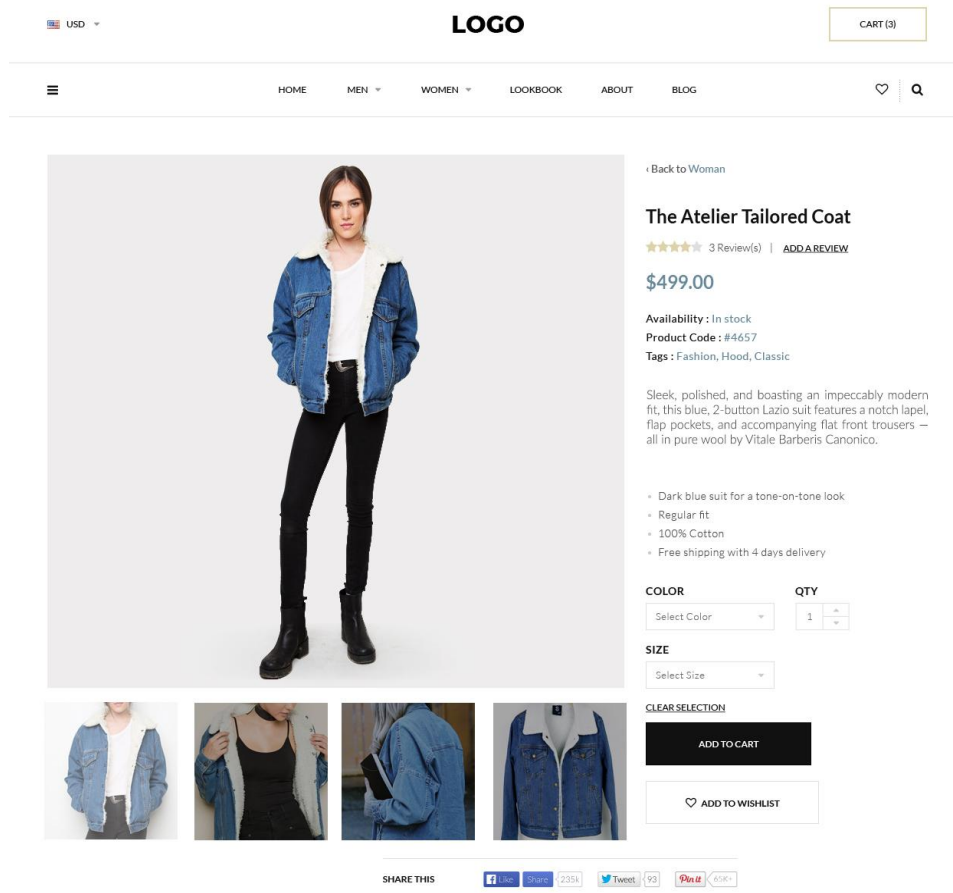


Рисунок 2.2 – Досліджувана сторінка

3-й етап. Розсилка анкети по електронній пошті експертам або створення Google Forms (документ формату \*.doc, \*.pdf, google форма, або її оновлена версія для сумісної роботи G Suite, google таблиця).

Заповнення анкети та її повернення розробникам для обробки результатів. Знаходиться середній арифметичний бал за виконання вимог для утримання, дизайну, технічної реалізації кожного web-сайту по кожному експерту:

$$\bar{x}_{i,j} = \frac{\sum_{k=1}^l x_k}{l}, \quad (2.1)$$

де  $x_k$  – різні бали виконання  $k$ -ої вимоги, дані  $i$ -го web-сайту,  $j$ -тим експертом;

$l$  – кількість вимог до характеристики.

Складаються таблиці за якістю змісту, дизайну і технічної реалізації web-сайту, в які заносяться середні арифметичні бали  $\bar{x}_{i,j}$  і знаходиться сумарний бал  $S_i$ :

$$S_i^p = \sum_{j=1}^n \bar{x}_{i,j}, \quad (2.2)$$

де  $n$  – кількість експертів,

$p = 1,2,3$  відповідно для утримання, дизайну і технічної реалізації web-сайту. За значенням сумарного балу будуються діаграми, що показують якість змісту, дизайну і технічної реалізації web-сайту.

Для експлуатаційних сумарний бал дорівнює:

$$S_i^4 = \sum_{j=1}^5 \bar{x}_{i,j}, \quad (2.3)$$

де  $x_{1,k}$  – оцінка виконання  $k$ -ї вимоги до експлуатаційних, вона дорівнює 0 балів, якщо вимога не виконана, і 1 бал, якщо вимога виконана. Дані зводяться в відповідну таблицю, робляться висновки [47].

4-й етап. Знаходиться показник узгодженості думок експертів (коефіцієнт конкордації) для оцінки змісту, дизайну і технічної реалізації.

Для цього необхідно розрахувати показники.

1. Середнє значення суми рангів по кожному веб-сайту [47]:

$$\bar{S} = \frac{1}{2} \cdot n \cdot (m \pm 1), \quad (2.4)$$

де  $m$  – кількість критеріїв оцінювання веб-сайту:

знак «+» береться в разі, коли кількість оцінок веб-сайту  $m \leq 10$ ;

знак «-» береться в разі, коли кількість оцінок веб-сайту  $m > 10$ .

2. Відхилення сумарних балів, «виданих» кожним експертом по всім вимогам характеристики для кожного веб-сайту відповідно від середнього значення суми рангів для кожної характеристики:

$$\Delta_i = S_i^p - \bar{S} \quad (2.5)$$

3. Квадрат відхилення сумарних балів, «виданих» кожним експертом по всім вимогам характеристики відповідно від середнього арифметичного суми рангів для кожної характеристики  $\Delta_i^2$ . Значення відхилення і квадрата відхилення сумарних балів заноситься в таблицю [47].

4. Сума квадратів відхилення сумарних балів, «виданих» кожним експертом по всім вимогам характеристики відповідно від середнього значення суми рангів для кожної характеристики

$$S = \sum_{i=1}^m \Delta_i^2. \quad (2.6)$$

5. Максимально можливе значення суми квадратів відхилення сумарних балів, «виданих» кожним експертом по всім вимогам характеристики відповідно від середнього значення суми рангів для кожної характеристики [47]:

$$S_{\max} = \frac{1}{12} n^2 (m^3 - m). \quad (2.7)$$

Тоді коефіцієнт конкордації знаходиться за формулою

$$k = \frac{S}{S_{\max}}. \quad (2.8)$$

Якщо  $k = 1$ , то узгодженість думок експертів повна, якщо  $k = 0$ , то узгодженість думок експертів відсутня. Для оцінки web-сайту можна вважати достатнім якщо значення  $k > 0,7$  [47].

5-й етап. Якщо думки експертів не узгоджені, по першій анкеті складається друга анкета. Її вигляд: перша анкета з зазначенням значення середнього бала і частоти повторення значень балів по кожній вимозі для кожного web-сайту. Експерти переглядають свої відповіді і оцінюють ресурс ще раз з обґрунтованим висловлюванням думок. Розробники встановлюють збіг і розбіжність у думках, аналізують відповіді, розраховують показники.

6-й етап. Якщо узгодженість експертних оцінок низька, то на основі другої анкети складається третя анкета. Її вигляд: перша анкета є зазначенням лише середніх балів. Анкета і список думок знову розсилається експертам. Експерти вивчають думки інших експертів; переглядають свої відповіді і висловлюють згоду або незгоду з оцінкою інших. Розробники аналізують думки експертів, розраховують показники.

7-й етап. На основі остаточної оцінки складається підсумкова таблиця, яка містить сумарні бали для кожною web-сайту по кожній характеристиці.

Знаходиться підсумковий бал [47]:

$$S_i = S_i^1 + S_i^2 + S_i^3 + S_i^4. \quad (2.9)$$

За значенням підсумкового бала будується діаграма, і робляться відповідні висновки про якість оцінок web-сайту.

Метод Дельфи за рахунок отриманої цінної інформації від більш компетентних експертів дозволяє зменшити вплив недостатньо компетентних експертів на групову оцінку.

Сумарні бали оцінки якості характеристик кожного web-сайту були зведені в підсумкову таблицю. За її значенням знаходиться підсумковий бал, що характеризує якість web-сайту в цілому. За підсумковими балами побудуються діаграми.

Далі для кожного web-сайту був складений список побажань і зауважень, який при «наявності зворотного зв'язку з розробниками web-сайту» надсилається їм по електронній пошті. Через деякий час розробники web-сайту вносили коригування згідно із зауваженнями [47].

Перевага методу: дозволяє уникнути конфронтації людей, що мають різні точки зору; дозволяє скоротити витрати, так як не передбачає виїзди і збори учасників; може бути реалізований із застосуванням електронної пошти [47].

Недоліки методу: експерти неодноразово відвідують оцінювані web-сайту і чим повільніше працює Інтернет, тим більше часу їм потрібно для оцінювання [47].

## 2.2 Методологія проведення юзабіліті-тестування за технологією Eye Tracking

Якщо на зображенні у полі периферійного зору є яскравий об'єкт на фоні компліментарного кольору, то саккада буде направлена на вивчення

цього об'єкта. Такий самий ефект відбувається і з контурами зображення. Так зображення з багатьма вигинами контуру притягує саккади, а значить і увагу, більше ніж зображення з точними геометричними контурами та прямими лініями. Крім того витіюватий контур має кращий психологічний ефект для запам'ятовування [49].

Очевидно, що психологічні та фізіологічні аспекти сприйняття тісно перетинаються між собою, тому для досконалої оцінки якості інтерфейсу ефективно було б оцінювати одразу два аспекти.

Розглянемо методику проведення айтрекінга для дослідження зручності використання людино-машинного взаємодії. Вона включає в себе наступні послідовні етапи (укрупнено) (рис. 2.3) [35]:

– підготовчий етап (1) призначений для проведення попередньої роботи перед початком досліджень [35]. Включає в себе наступні роботи: попередній аналіз об'єкта досліджень, вибір типу айтрекера, розробку сценарію дослідження, формування групи респондентів, підключення та налаштування обладнання;

– дослідний етап (2) призначений безпосередньо для проведення необхідних досліджень [35]. Включає в себе наступні роботи: пілотне тестування, ознайомлення респондентів зі сценарієм, запис результатів досліджень, візуалізацію отриманих результатів, вибір областей інтересів, вибір і розрахунок метрик;

– аналітичний етап (3) призначений безпосередньо для аналізу і представлення отриманих результатів. включає в себе наступні роботи: інтерпретацію отриманих результатів, підготовку звіту, презентацію отриманих результатів, рекомендації щодо оптимізації людино-машинних інтерфейсів [35] (рис. 2.4).

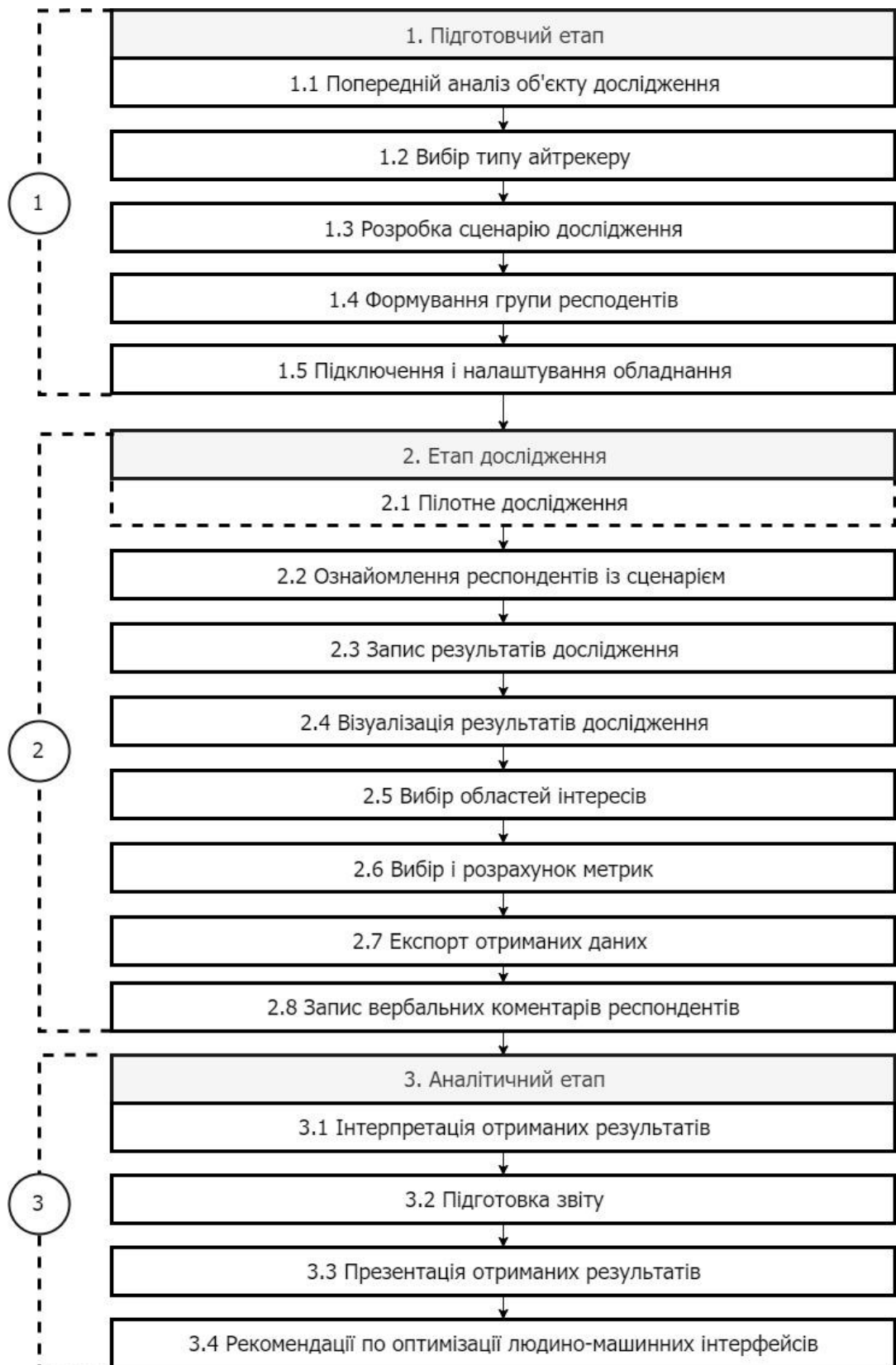


Рисунок 2.3 – Послідовність етапів методики оцінювання usability за технологією Eye Tracking [35]

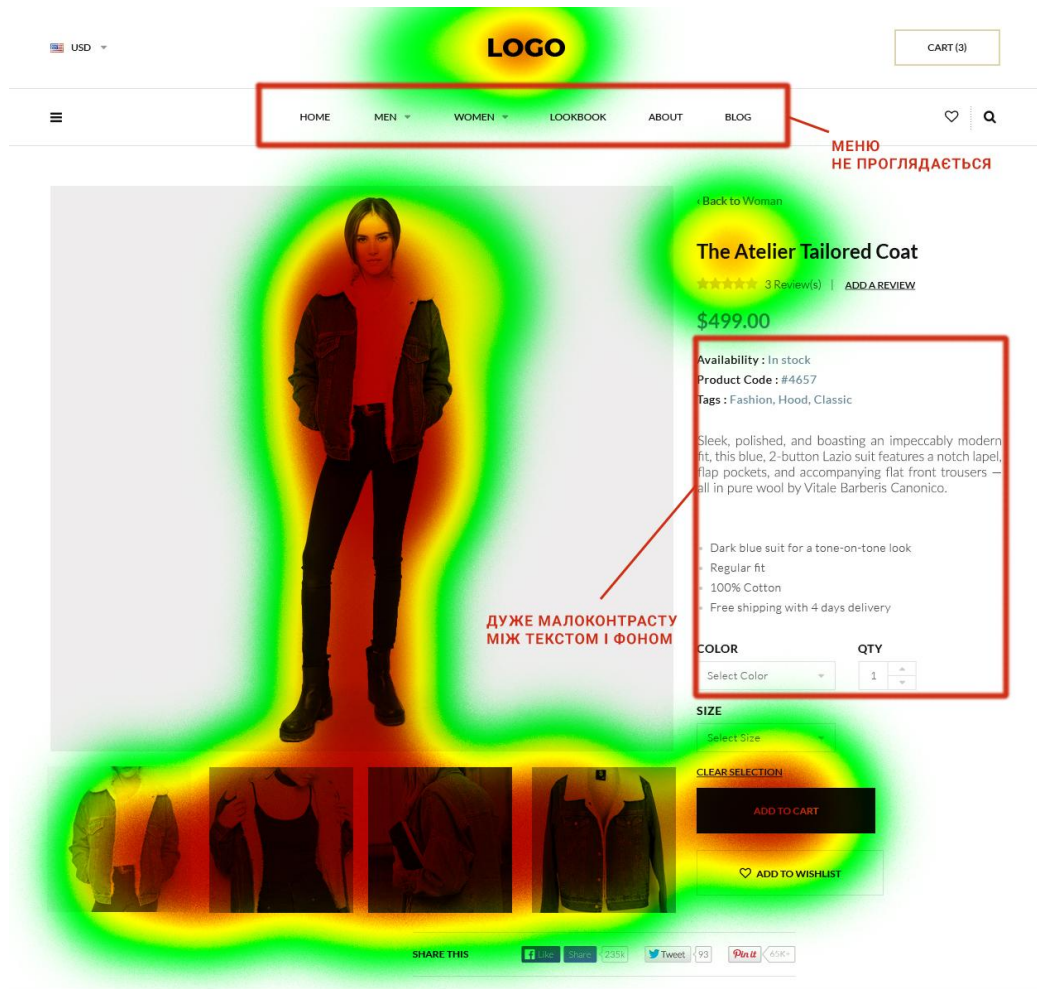


Рисунок 2.4 – Схематичне представлення рекомендацій щодо оптимізації сторінки

### 3 РОЗРОБКА ПАРАМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ ОЦІНКИ ЗРУЧНОСТІ ДОСЛІДЖУЄМОЇ СТОРІНКИ

Юзабіліті, як наукова дисципліна, почала зароджуватись ще в 50-х роках ХХ-го століття. До середини 90-х років ХХ століття юзабіліті-інженерія виглядала як цілком сформована сфера діяльності, яка спирається на фундаментальну наукову базу, тематичні монографії [30] та на міжнародний стандарт ISO 9241-11: 1998 [50].

Найпершою відомою спробою параметрично описати поняття «юзабіліті» було запропоновано Я. Нільсеном:  $B = V \cdot C \cdot L$ , де  $B$  – бізнес-ефект від сайту;  $V$  – кількість унікальних відвідувачів;  $C$  – показник конверсії (перетворення відвідувачів у клієнтів);  $L$  – рівень лояльності (відображає повторні візити, середній розмір замовлення і т.п.) [30] (рис. 3.1). Традиційно вважається, що юзабіліті веб-сайту впливає на  $C$  і  $L$ , хоча для лояльності ефект не зовсім прямий і стосується приблизно 1/3 змін цього показника [51]. Однак, у наші дні, юзабіліті впливає і на  $V$ , оскільки пошукові системи почали враховувати так звані поведінкові фактори в ранжируванні веб-сайтів [51].

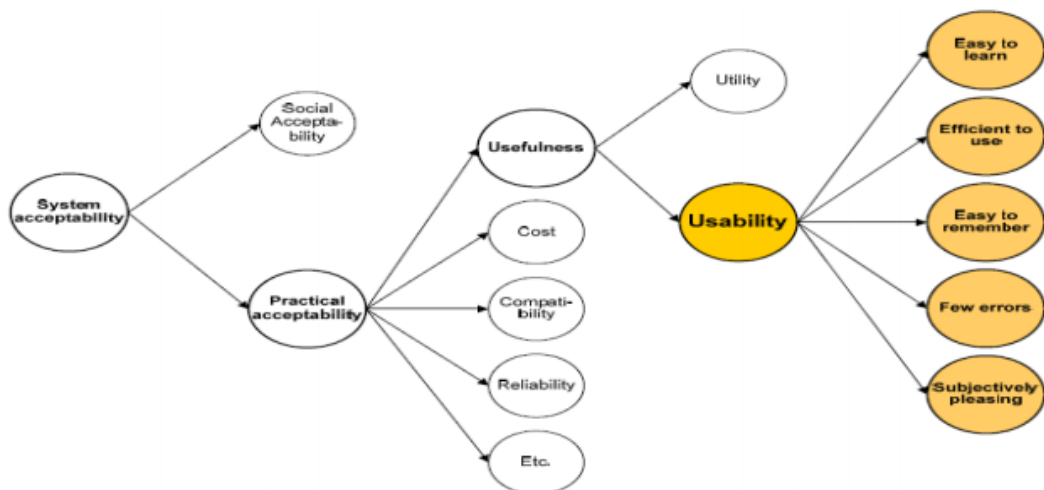


Рисунок 3.1 – Модель атрибутів прийнятності системи (Нільсен, 1993)

Проектування має також розглянути кінцеву можливість людей обробляти інформацію, приймати рішення і діяти відповідним чином. Ці

людські якості були ретельно вивчені в останні десятиліття, з урахуванням взаємодії людини з комп'ютером.

Дослідниками, на яких є посилання, є, наприклад, Хікс (1952), Фітц (1954), або Міллер (1956). Вільям Хікс був піонером експериментальної психології і ергономіки. Одне з його найбільш відомих досліджень було зосереджено на часі, який людина витрачає, щоб прийняти рішення, як результат можливих варіантів, з огляду на когнітивну ємність інформації, яка була виражена як формула, відома як закон Хікса [34].

Пол Фітц був психологом і піонером в людському факторі, який розробив математичну модель руху людини, відому як закон Фітца, заснований на швидкому направленому русі [33]. Ця модель використовується, в області ергономіки і взаємодії людини з комп'ютером, щоб передбачити час, необхідний для швидкого переходу до цільової області, наприклад, вказати рукою або пальцем, або за допомогою покажчика в інтерфейс комп'ютера.

Джордж Міллер був когнітивним психологом, який вивчав середню потужність робочої пам'яті людини для зберігання інформації. За результатами досліджень він дійшов висновку, що звичайна людина може утримувати ряд об'єктів, що дорівнює  $7 \pm 2$  [32]. Це відомо як Закон Міллера або «магічне число 7». Один важливий наслідок цього відкриття пов'язаний зі здатністю людини оцінювати і судити альтернативи, які обмежуються від 4 до 8 варіантів. Розміщення всіх цих вкладів дослідження в простий набір принципів проектування є проблематичним, тому інший підхід полягає у визначенні евристики для оцінки юзабіліті інтерфейсів [14].

### 3.1 Стандарти визначення юзабіліті-метрик

Юзабіліті – одне з найважливіших властивостей програмного забезпечення. Воно визначає ступінь, з якою програма може бути використана певними користувачами при певному контексті використання

для досягнення певних цілей з належною ефективністю, продуктивністю і задоволеністю. При цьому відносна важливість усіх трьох аспектів визначається самим контекстом [52].

Для проведення тестування та порівняльного аналізу програмних комплексів важливим є вироблення загальних стандартизованих критеріїв їх оцінки, тобто юзабіліті метрик (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Класифікація стандартів юзабіліті

Юзабіліті-метрики в даний час визначаються стандартами ISO 9126-4 і ISO 9241-11. Однак їх використання в практичних цілях досить важко. Стандарти застаріли і мають ряд серйозних недоліків. Зазначені метрики розмиті за змістом, неповні, часто не збігаються між собою, а іноді суперечливі.

Вони застосовуються для аналізу ефективності різних модифікацій програмного забезпечення для збільшення юзабіліті. Крім того узагальненість метрик забезпечує повноцінне порівняння результатів різних досліджень, що відповідає вимогам стандартизації і дозволяє отриманим результатам стати основою для коригування існуючих стандартів в частині юзабіліті метрик.

В першу чергу були визначені і зафіксовані недоліки зазначених стандартів при визначенні юзабіліті-метрик. Обидва стандарти ділять їх на кілька груп – чотири в ISO 9126-4 і три в ISO 9241-11 (табл. 3.1) [52].

Таблиця 3.1 – Групи юзабіліті-метрик [52]

Групи метрик за ISO 9126-4	Групи метрик за ISO 9241-11
Ефективність (effectiveness): <i>оцінює результати виконання завдань користувачем</i>	Ефективність (effectiveness): <i>точність і повнота, з якою користувачі досягають поставлених цілей</i>
Продуктивність (productivity): <i>оцінює витрати користувачів при одержуванні ефективності</i>	Продуктивність (productivity, efficiency): <i>відношення витрачених ресурсів до точності і повноти, з якою користувачі досягають поставлених цілей</i>
Безпека (safety): <i>оцінює рівень ризику, шкоди людям, бізнесу, програмному забезпеченню, власності або навколишньому середовищу</i>	Група відсутня
Задоволеність (satisfaction): <i>оцінює ставлення користувача до роботи з програмним продуктом</i>	Задоволеність (satisfaction): <i>комфорт і прийнятність використання. Її можна оцінювати як відношення до використання продукту, так і сприйняття користувачем таких показників, як економічність, корисність або легкість у вивченні</i>

Як видно з таблиці 3.1, в стандартах збігаються перша і остання групи (хоча і з деякими смисловими відмінностями), по-різному називається друга група, а в ISO 9241-11 відсутня група «Безпека». Таким чином, в стандартах існують досить серйозні розбіжності вже на цьому, найзагальнішому, рівні опису юзабіліті-метрик [52].

Самі метрики, що входять до перелічених стандартів, досить довільні за складом і розмиті за змістом. При цьому ISO 9241-11 [50] пропонує тільки приклади метрик в залежності від мети тестування: загальна юзабіліті, прийнятність для навчених користувачів, прийнятність для новачків, мінімізація вимог підтримки, здатність до навчання, стійкість до помилок і т.п. [52]. Але в цьому ж стандарті пропонується юзабіліті розуміти більш широко, в тому числі аспекти емоцій і сприйняття, зазвичай пов'язаних з досвідом користувача. Також в ньому прописано, що при неможливості

отримати об'єктивні дані про результативність та ефективність, можуть бути використані суб'єктивні методи вимірювань, засновані на користувацькому сприйнятті продукції [50].

### 3.2 Опис параметричної моделі

Ця модель розроблена з за результатами аналізу юзабіліті-метрик двох стандартів, для подальшого розгляду обираємо ISO 9241-11: 1998 Guidance on usability, в якому визначено три аспекти юзабіліті як властивості: результативність, продуктивність, задоволеність. Ця параметрична модель визначення зручності розроблена на основі відомих методів юзабіліті-експертизи та юзабіліті-тестування. Відомо, що за [50]  $UI = \text{ефективність } (S), \text{ задоволеність } (T), \text{ продуктивність}$ . Якщо  $S$  та  $T$  можливо визначити за результатами опитування респондентів (отримання чек-листів), то «продуктивність» сайту можливо визначити лише при проведенні юзабіліті-тестування за технологією EyeTracking.

В такому поданні представляємо «продуктивність» як «області помітності» та «області інтересу»: *Продуктивність = області помітності* ( $N$ ) – безліч сучасних методів побудови модульних сіток, *області інтересу* ( $P$ ) – безліч опису патернів («Гравітація читання»).

Визначимо основні параметри, що необхідні для вирішення поставленого завдання і представимо їх у вигляді наступного виразу

$$UI = \langle M, S, T, P, N \rangle, \quad (3.1)$$

де  $M$  – безліч користувачів мережі Інтернет;

$S$  – умовна безліч дизайну сайту (за призначенням).

$T$  – безліч параметрів оцінки якості дизайну;

$P$  – безліч опису патернів («Гравітація читання»);

$N$  – безліч сучасних методів побудови модульних сіток.

Для коректного та адекватного математичного існування (3.1) необхідно і достатньо, щоб виконувалися наступні умови  $\{M, S, T, P, N\} \in UI$  та  $(M, S, T, P, N) \neq \emptyset$ .

### 3.2.1 Опис параметрів визначення ефективності та задоволеності

Основним елементом при проведенні процедури оцінки визнано користувачів, яких позначимо за  $M$  з можливою класифікацією [53].

Для адекватного отримання даних необхідно створити мінімум 3 групи, які будуть поділені за віком. Проведемо розподіл користувачів мережі Інтернет у відповідності до вікової та статевої при належностей, для визначення переваг і рівня взаємодії. Ведемо безліч [16]

$$M = \{M_b, M_e, M_i, M_t, M_o\}, \quad (3.2)$$

де  $M_b$  – основні користувачі (basic) (14 – 24 роки);

$M_e$  – досвідчені користувачі (experienced) (25 – 44 роки);

$M_i$  – недосвідчені користувачі (inexperienced) (45 – 60 років);

$M_t$  користувачі третього покоління (third-generation users) (60+ років).

Для даного поділу можливо ввести додатково показник «стать» ( $M_{bv} - M_{bm}, M_{ev} - M_{em}, M_{iv} - M_{im}, M_{tv} - M_{tm}$ ),  $M_o$  – інші користувачі (others) (поділ за фізико-психологічними характеристиками). Користувачі сайтів – особи різних верств населення, в т.ч. люди похилого віку, особи із порушенням зору, кольоросприйняття та інш. [53, 54].

Ефективність  $S$  – умовна безліч дизайну сайту (за призначенням). Так само необхідно врахувати цілеспрямованість дизайну сайту, що розробляється, так як офіційної класифікацій сайтів не існує, внаслідок чого поділимо їх умовно і представимо як множину  $S$  [16]:

$$S = \{S_V, S_K, S_P, S_F, S_M, \dots, S_i\}, \quad (3.3)$$

де  $S_V$  – сайт-візитка;

$S_K$  – корпоративний сайт;

$S_P$  – промо-сайт;

$S_F$  – сайт-вітрина;

$S_M$  – інтернет-магазин;

$S_i$  – всі можливі варіації класифікацій сайтів.

Варто врахувати що множина  $S$  представлена у (3.3) може містити в собі підмножини, які вказують на специфіку сайту, що досліджується, як приклад наведемо опис елемента множини  $S_M$  [16]:

$$S_M = \{C_E, C_S, C_P, \dots, C_j\}, \quad (3.4)$$

де  $C_E$  – магазин електроніки;

$C_S$  – будівельний магазин;

$C_P$  – торгова площа;

$C_j$  – всі можливі варіації електронних магазинів.

Для оцінки пріоритетності важливості параметрів запропонованих в (3.2–3.7) правильності ухвалення рішень пропонується використовувати метод вагових коефіцієнтів, зокрема рішень «найбільш важливої ознаки рішення встановлюють граничний коефіцієнт, всі інші коефіцієнти рівні часткам цього числа».

Для оцінки якості дизайну, зручності розташування основних елементів сайту в метод, що розробляється ведемо поняття тестової групи, яка описується безліччю факторів [16] «задоволеність користувачів» –  $T$ , в залежності від вимог

$$T = \{T_1, T_2, T_3, T_4, \dots, T_n\}, \quad (3.5)$$

де  $T_1$  – ефективність;

$T_2$  – простота використання;

$T_3$  – корисність;

$T_4$  – емоційна привабливість;

$T_n$  – інші оцінки задоволеності.

Задамо шкалу оцінювання с використанням лінгвістичних і цифрових значень які задає користувач розробляється методу, для прикладу наведемо такі шкали оцінювання для  $T_4$  та для  $T_2$  [16]:

$$T_4 = \begin{cases} 80 \leq T_4 \leq 100, \text{ подобається} \\ 60 \leq T_4 \leq 79, \text{ скоріше подобається} \\ 40 \leq T_4 \leq 59, \text{ скоріше не подобається} \\ 0 \leq T_4 \leq 39, \text{ не подобається} \end{cases} \quad (3.6)$$

$$T_2 = \begin{cases} 1, \text{ просто та зручно} \\ 0, \text{ незручно} \end{cases} \quad (3.7)$$

Запропонована шкала оцінювання дозволить провести комплексну оцінку в тестованих групах для визначення правильності запропонованого UI.

### 3.2.2 Моделі, які враховують особливості візуального сприйняття графічної інформації

#### 3.2.2.1 Математичні моделі модульних сіток

Сучасний веб-дизайн успадкував від поліграфічного досвіду принципи композиції, роботи зі шрифтами, та найголовніше – модульні сітки. Її використання залишається одним з найефективніших способів надання чіткої візуальної структури вмісту, а також визначенню зв'язків між елементами композиції будь-якого видання [31].

Модульна сітка задає зорові правила роботи з виданням. Кожна модульна сітка створюється відповідно до специфіки визначеного видання, а її структура визначається індивідуальним стилем автора, тому дизайн має практично необмежену кількість варіантів [27].

Виявлено, що більшість підприємств використовують для своїх інтернет-сторінок зразки, представлені на рис. 3.3. Ці модульні сітки є стандартними і найбільш зручними для сприйняття. Інші варіанти модульних сіток представлені на рисунку 3.4.

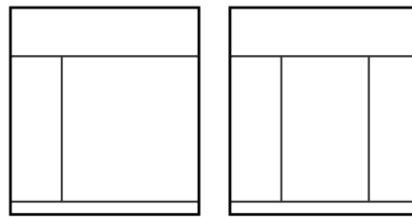


Рисунок 3.3 – Часто використовувані зразки модульних сіток

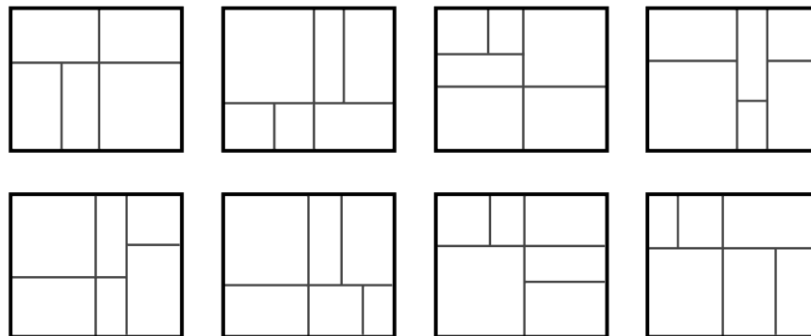


Рисунок 3.4 – Нестандартні модульні сітки

При розробці дизайну веб-сайтів слід брати до уваги математичні моделі, які підходять під конкретне завдання [27]. Їх використання носить рекомендаційний характер, але при грамотному застосуванні здатне зробити дизайн інтернет-ресурсів більш привабливим і зручним, підвищити функціональність сайтів і ефективність донесення інформації до користувачів. Пропонується наступна методика використання математичних моделей (рис. 3.5) [55]:

– числа Фібоначчі (рис. 3.5, а). Ця модель дозволяє покластися на загальноприйняті пропорції для блоків і панелей. Область застосування: інтернет-журнали, блоги;

– правило третин (рис. 3.5, б). З математичної точки зору це правило близько до правила «Золотого перетину» тим, що розподіл об'єктів відбувається з коефіцієнтом 0.62. Це дає можливість створити найбільш збалансовану композицію для зорового сприйняття людиною. А область чотирьох точок, утворених після перетину, необхідно використовувати для розміщення найбільш важливих елементів, яким виділена домінуюча роль в проекті [55];

– синусоїдальний дизайн (рис. 3.5, в). Даний дизайн дозволяє розглянути функцію плоскої кривої або синусоїду – математичну функцію, яка описує плавно повторювані коливання. Область застосування: рекламні сторінки, онлайн-календарі, сайти компаній, які рекламують товари;

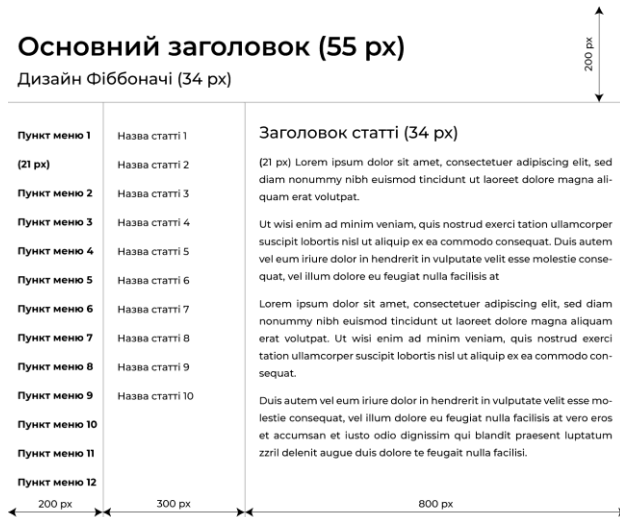
– принцип «Золотого прямокутника» (рис. 3.5, г). Область застосування: фотогалереї, сайти-портфоліо, сайти компаній, які рекламують, товари що випускають або продають;

– принцип «Золотого перетину» (рис. 3.5, д). Універсальна модель, що застосовується в будь-яких областях, таких як: новинні та інформаційні ресурси, блоги, інтернет-магазини і так далі [55].

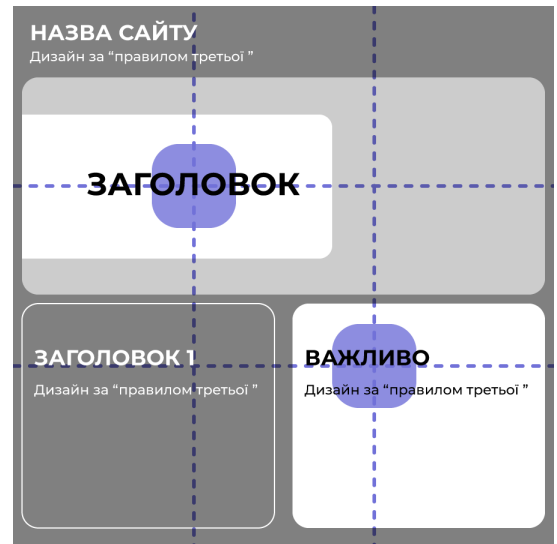
За результатами аналізу існуючих математичних моделей, що використовуються при розробці дизайну веб-сайтів, можна зробити висновки, що для подальших досліджень підвищення ефективності UI web-систем буде використовуватись універсальна модель, а саме модульна сітка, побудована за правилом «Золотого перетину». Цю модель необхідно лише взяти за основу, при необхідності скомбінувати з іншими математичними моделями і загальноприйнятими принципами дизайну та розробити рекомендації щодо удосконалення ефективності сайту, що продає, враховуючи результати юзабіліті-тестування [56, 49].

### Основний заголовок (55 px)

Дизайн Фіббоначі (34 px)



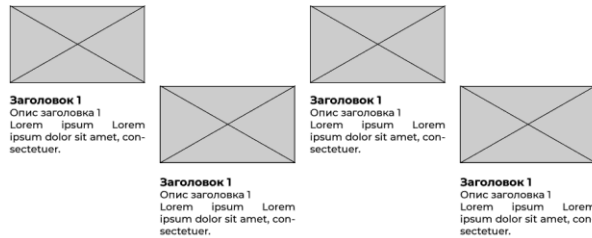
а)



б)

### Назва сайту

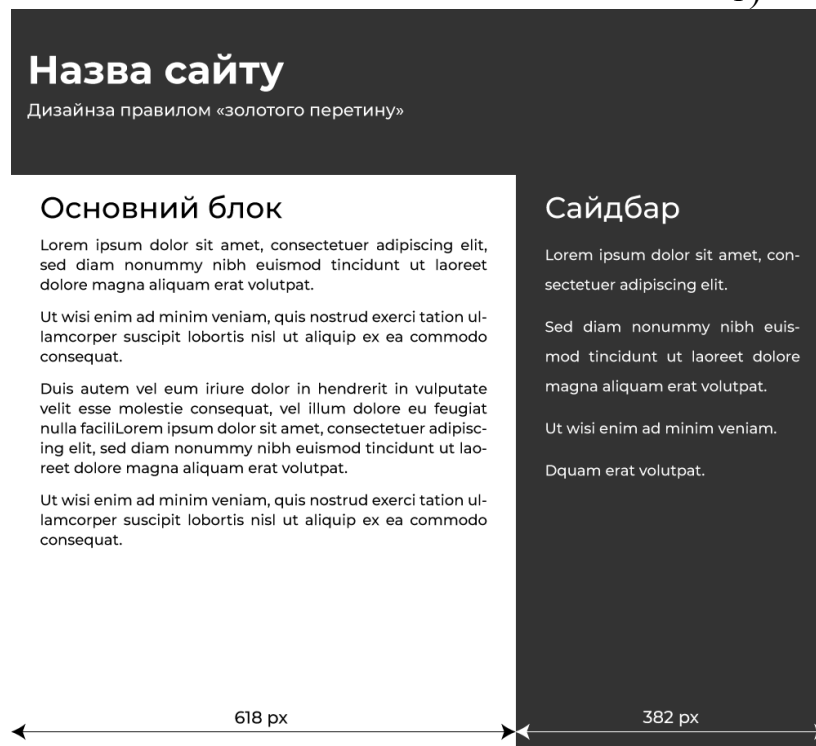
Синусоїдальний дизайн



в)



г)



д)

Рисунок 3.5 – Математичні моделі, що використовуються при розробці дизайну веб-сайтів

За результатами аналізу для нашого завдання приймемо дані залежності за  $N$  – безліч сучасних методів побудови модульних сіток з класифікацією:  $N=\{n_1, n_2, n_3, n_4, n_5\}$ , де  $n_1$  – будова за принципом використання чисел Фібоначчі;  $n_2$  – принцип «Правила третин»;  $n_3$  – синусоїдальний дизайн;  $n_4$  – принцип «Золотого прямокутника»;  $n_5$  – принцип «Золотого перетину».

### 3.2.2.2 «Гравітація читання», або «патерн»

Відомо, що близько 80% інформації людина сприймає за допомогою зору. Використовуючи сучасні технології веб-дизайну можна впливати на це відчуття, привертаючи увагу до об'єкта дизайну, добитися необхідного ступеня сприйняття потенційними клієнтами сайту. Графічний дизайн впливає на емоційну складову процесу ухвалення рішення споживачем, що особливо важливо для просування ідей та контенту [29]. Крім відповідей на питання необхідно використовувати «карту інтенсивності», отриману за допомогою системи EyeTracking, яка покаже на які візуально-графічні об'єкти звертає увагу користувач і визначити траєкторію патерна.

У більшості сайтів практично завжди меню розміщено у верхній частині сітки, бічне меню розміщують зліва, дублююче меню може розташовуватися в нижній частині сторінки. Логотип фірми повинен бути розташований в верхніх модулях обраної сітки. Загальноприйняте його розташування – в лівому верхньому кутку, що пояснюється сприйняттям тексту зліва направо. Користувачі читають вміст, який нагадує форму  $F$ , а це означає, що читання починається з лівої верхньої частини веб-сторінки, і далі вона рухається трохи вниз, починаючи знову зліва [49].

В результаті дослідів дійшли висновку про те, що рух погляду нагадує букву  $F$  (рис. 3.6, а): спочатку погляд переміщається в верхньому горизонтальному напрямку (верхня горизонтальна риска літери  $F$ ); потім погляд переміщається нижче по сторінці і знову рухається в горизонтальному напрямку – але вже не так далеко, як в перший раз (коротка горизонтальна

паличка  $F$ ); після чого погляд ковзає по вертикалі з лівої сторони сторінки (вертикальна паличка літери  $F$ ). Це фінальне вертикальне ковзання може йти як повільно, на зразок читання абзаців в тексті (і тоді смуга на тепловій карті стає широкою, рівною і чіткою), в тих випадках, коли у користувача вже склалося враження про контент (тоді залишається переривчастий, нерівний слід) [57].

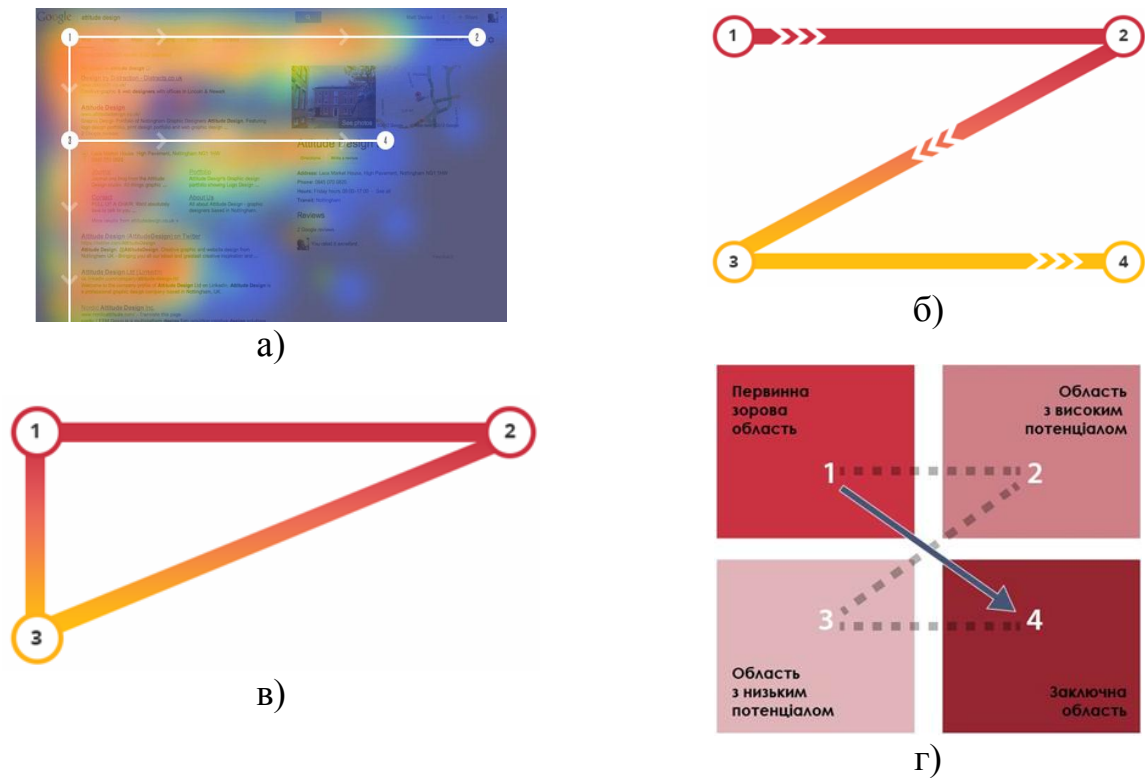


Рисунок 3.6 – Патерни [58, 59]

Тому для подальших досліджень беруться до уваги існуючі залежності між увагою користувачів і модульною сіткою за якою розроблено сторінку [10], тобто потрібно враховувати загальноприйнятий порядок розміщення основних елементів сторінки, що зумовлює появу такого поняття як «гравітація читання», або «патерн», який повертає читачів до логічної осі орієнтації, прискорюючи читання і розуміння тексту. В основному читання тексту відбувається за:  $F$ -патерном;  $Z$ -патерном; золотим трикутником; Діаграмою Гутенберга [58].

$Z$ -патерн (рис. 3.6, б) повторює маршрут руху людського ока при читанні – зліва направо, зверху вниз, тобто створює уявну англійську літеру  $Z$ .

Створення веб-сторінки за допомогою *Z*-патерну допомагає створити візуальну ієрархію, роблячи її ідеальною опцією для створення проектів цільових сторінок. Хоча *F*-патерн зазвичай є більш підходящим для сторінок з великою кількістю контенту, *Z*-патерн в першу чергу призначений для сторінок створених за синусоїдальним дизайном, з мінімалістичним дизайном.

*Z*-патерн також є основою того, що називається золотим трикутником (рис. 3.6, в). В цьому випадку в *Z*-патерні другий горизонтальний рух замінюється вертикальним, створюючи прямокутний трикутник. Ця трикутна область у верхній частині сторінки буде привертати найбільше уваги, пропонується найбільш важливу інформацію розмістити всередині неї.

Діаграма Гутенберга (рис. 3.6, г) ділить дисплей/сторінку на чотири квадранти: початкова зорова область – вгорі ліворуч, заключна область – внизу праворуч, область з високим потенціалом – вгорі праворуч і область з низьким потенціалом – внизу зліва. Відповідно до діаграми читачі зазвичай приходять з головної зорової області, далі погляд ковзає зверху вниз через центр до заключної області. Дизайни, створені відповідно до цієї діаграми працюють згідно «гравітації читання» і повертають читачів до логічної осі орієнтації, ймовірно, прискорюючи читання і розуміння тексту.

Враховуючи важливість даного параметру для вирішення поставленого завдання прийємо залежності між увагою користувачів і модульною сіткою за  $P$  – безліч опису патернів («Гравітація читання») з класифікацією:  $P = \{P_F, P_Z, P_T, P_G\}$  де  $P_F$  – *F*-патерн;  $P_Z$  – *Z*-патерн;  $P_T$  – патерн «Золотий трикутник»;  $P_G$  – патерн «Діаграма Гуттенберга».

### 3.2.2.3 Залежності між увагою користувачів і модульною сіткою

Існують методи аналізу траєкторії руху очей, які засновані на застосуванні відомого методу визначення фрактальної розмірності, використовувани для дослідження складних недиференціюємих кривих [39, 43].

Для виявлення залежності між увагою користувачів і правилом золотого перетину були взяті дві різні по оформленню інтернет сторінки. На рис. 3.7 представлена карта інтенсивності, отримана при eye-tracking дослідженні новинний інтернет сторінки, яка використовує розмітку колонок з відношенням за правилом золотого перетину: 61.8% / 38.2% [56].

Синя лінія означає поділ на 2 інформаційних блоки: лівий блок – основний вміст сторінки, правий – додаткова інформація.

Дослідження показує, що увагу користувачів більшою мірою зосереджена на головному (лівому) блоці. Таким чином, залежність між увагою користувачів і правилом золотого перетину підтверджується [56].



Рисунок 3.7 – Карта інтенсивності для інтернет сторінки, що використовує розмітку по методу золотого перетину [56]

На рис. 3.8 представлена карта інтенсивності для сторінки, робоча площа якої умовно розділена за методом золотого перетину на 9 частин.

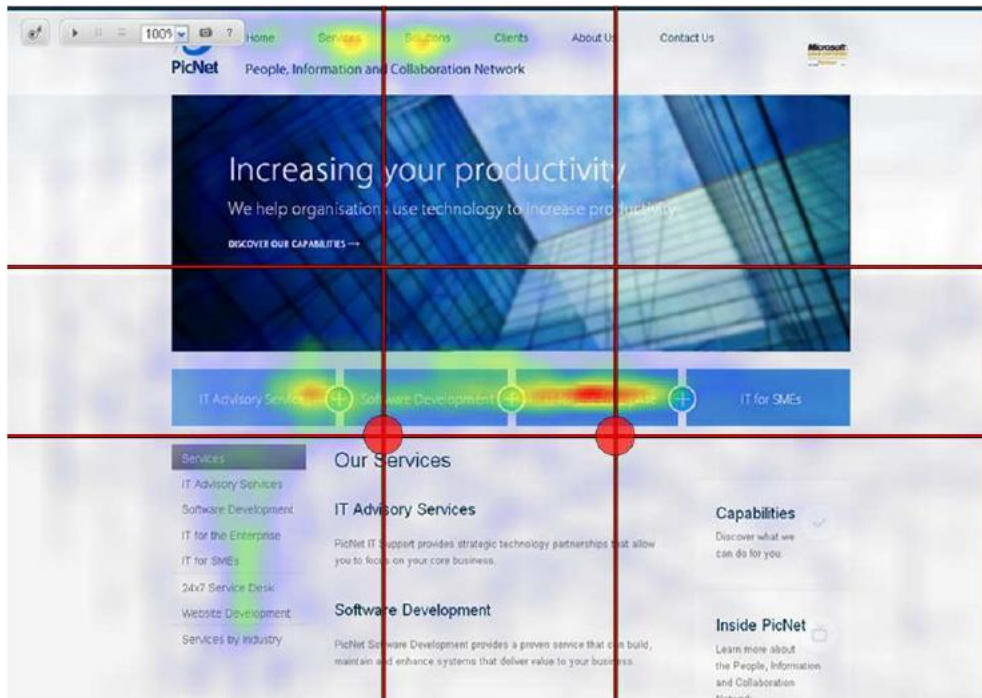


Рисунок 3.8 – Карта інтенсивності для інтернет сторінки з робочою площею, умовно розділеної на 9 частин за методом золотого перетину [56]

На перетині умовних прямих знаходяться точки, які називаються «зоровими центрами». Дана сторінка має 2 зорових центри, в області яких розташовані ключові елементи. Зони карти інтенсивності з найбільш високою увагою збігаються із зоровими центрами даної сторінки. Даний випадок також підтверджує залежність між увагою користувачів і правилом золотого перетину. Було досліджено, що інформація розміщена на сайті за пропорціями «золотого перетину» сприймається краще, ніж просто блок інформації через те, що за таких умов інформація набуває більш природного вигляду [49].

Для подальшого розгляду приймемо опис лінгвістичний за  $Q_{LING} = \langle S, T \rangle$ , що описує параметри ефективності та задоволеності. Продуктивність описується кількісно, тобто  $Q_{NUM} = \langle P, N \rangle$ . В такому поданні  $UI = \langle M, Q_{LING}, Q_{NUM} \rangle$ . Знання про ці залежності буде використано у подальшій роботі при дослідженні питання створення «правильного» дизайну веб-сайту, тобто такого в якому зони високого уваги користувачів будуть збігатися з зонами, які хоче виділити розробник.

## 4 РОЗРОБКА МЕТОДУ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОВЕДЕННЯ ТЕСТУВАННЯ НА ЮЗАБІЛІТІ

За результатами розгляду існуючих методик проведення тестування виявлено, що у кожного методу є свої переваги та недоліки. Кожен метод намагається пояснити поведінку користувачів в той чи інший спосіб, але залишається проблема невизначеності розміру оптимальної вибірки респондентів для отримання звітів та якісної характеристики досліджуємих груп [35]. Тому потрібно розглянути питання створення додаткового інструментарія, в даному випадку еталонного зразку, для оцінки якості з психологічної та ергономічної точок зору.

Найближчим аналогом методу, що розробляється є методика проведення паралельних вербальних протоколів, також відомому як «Протокол роздумів вголос» або «Фіксація думок вголос» (Thinking Aloud Protocol)) [35], що використовується в тестуванні Eye Tracking. Але це теж передбачає отримання інформації про тестування лише однієї групи користувачів.

### 4.1 Створення еталонного зразку для тестування

Досліджувана сторінка (рис. 3.3) розроблена для для групи  $M_b$  основних користувачів (basic) (14 – 24 роки), для яких зручною є побудова модульної сітки за принципом «Золотого перетину», читання за  $F$ -патерном, головною є емоційна привабливість, вид сайту – інтернет-магазин жіночого одягу.

З метою підвищення ефективності маркетингових рішень даної сторінки потрібно розглянути питання залучення потенційних користувачів, а саме осіб групи  $M_e$  досвідчених користувачів (experienced) (25 – 44 роки), або додати показник «стать» чоловіків  $M_{em}$ ,  $M_{bm}$ . При подальшій роботі оцінюючи web-сайт лише за показниками однієї групи користувачів, можна спрогнозувати які проблеми виникнуть у користувачів інших категорій.

На базі запропонованих вище припущень можна визначити для категорій сайтів, що аналізуються, параметри  $N$  і  $P$ , а об'єднуючи їх з ваговими коефіцієнтами отриманими від експертів, які тестують web-сайт, можна однозначно визначити і науково рекомендувати спосіб розташування основних графічних елементів які підвищать ефективність юзабіліті [27-28]. Отже розроблений метод можна графічно представити у вигляді алгоритму (рис. 4.1).

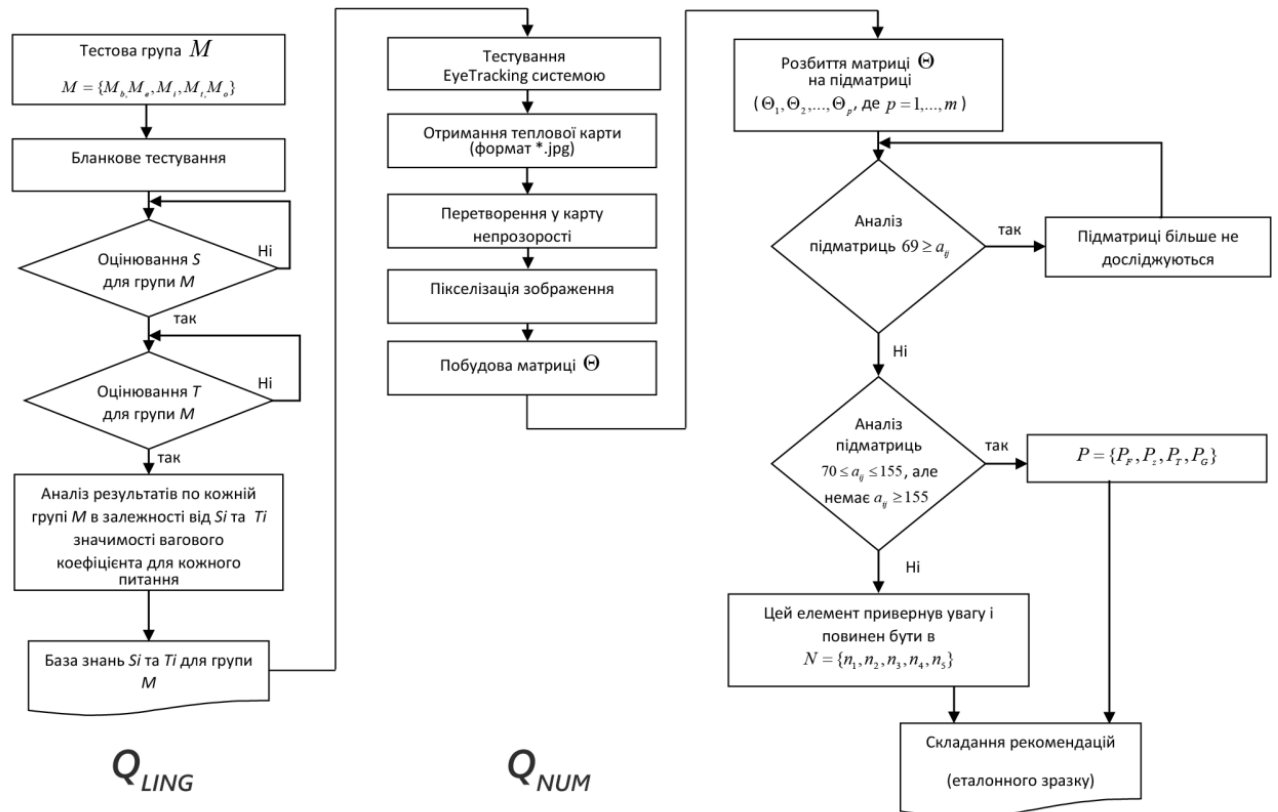


Рисунок 4.1 – Алгоритм створення еталонного зразку

Першим етапом в алгоритмі є бланкове тестування  $Q_{LING}$ , підготовка до якого вимагає створення питань для тестів (рис. Б.1). В якості форми опитування було обрано Google Forms (рис. Б.2), які розсилаються опитуваним. Використання такого виду анкетування обумовлено рядом причин: організаційні, пов'язані зі швидкістю проведення онлайн-опитувань і їх відносно невисокою вартістю; методичні, оскільки опитування через Інтернет іноді виявляється найбільш простим і доступним способом уникнути помилок певного роду, таких, наприклад, як «ефект інтерв'юєра»

або наслідки групового тиску [48]. Застосування такого виду тестування ще дуже зручно, так як у експерта є можливість попередньо оцінити відповіді переглянувши статистику по окремому питанню у вигляді діаграм (рис. Б.3).

Для отримання оцінок за параметрами  $S$  та  $T$  було обрано наступні групи М:  $M_b$  – основні користувачі (basic) (14 – 24 роки) – 5 чоловіків, 5 жінок;  $M_e$  – досвідчені користувачі (experienced) (25 – 44 роки) – 5 чоловіків, 5 жінок;  $M_i$  – недосвідчені користувачі (inexperienced) (45 – 60 років) – 3 чоловіка, 3 жінки;  $M_t$  користувачі третього покоління (third-generation users) (60+ років) – 2 чоловіка, 2 жінки.

Отримані за опитуванням результати зведено в таблицю (табл. 4.1) [60], за першими двома групами було розраховано коефіцієнт конкордації. Як і очікувалось, коефіцієнт не перевищує 0,2 (табл. 4.2). Такий показник є незадовільним, в контексті експертного оцінювання, але опитувані не експерти, а звичайні люди із різними професіями і вподобаннями.

Коефіцієнт конкордації розраховується за формулою:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)},$$

де  $m$  – число респондентів в групі,

$n$  – число факторів,

$S$  – сума квадратів різниць рангів (відхилень від середнього).

Це підтверджує припущення, що тестування лише опитуванням дає неточні результати, на які не можна спиратись. Проте такі опитування допомагають краще розуміти цільову аудиторію веб-сайту. Крім того, у великої кількості опитуваних є проблеми із зором, що також впливає на узгодженість відповідей (рис. Б.3).

Таблиця 4.1 – Зведені результати опитування всіх респондентів

№ респондента	Стать	Вік	Стан зорового сприйняття	Рід занять (професія)	Користуюсь комп'ютером, років	Новинні сайти	Корпоративні сайти	Інтернет-магазин електроніки	Інтернет-магазин будівельний	Інтернет-магазин одягу	Інтернет-магазин з доставки їжі	Сайти для перегляду відео	Здатність завершувати завдання як потрібно	Здатність переміщатися по сайту	Загальне враження від сайту	Відповідність зображень і контенту сайту	Доречність контенту (тексту) сайту	Загальна легкість у використанні	Загальний вигляд сторінок і їх організація	Чи привабливий сайт для використання?	Зрозумілі назви і позначення посилань?	Ви б зробили покупку на цьому сайті?
1	ч	14 – 24	Проблем немає	школяр	до 5	1	1	4	1	1	2	5	4	3	3	4	4	5	3	4	5	3
2	ч	14 – 24	Проблем немає	Архітектор	більше 5	4	2	5	4	2	5	3	5	4	2	2	2	4	3	2	5	3
3	ч	14 – 24	Є проблеми	Програміст, студент	більше 5	5	3	5	1	1	3	4	4	4	5	3	3	4	4	4	5	2
4	ч	14 – 24	Проблем немає	Дизайнер	більше 5	2	2	3	1	4	4	5	4	4	2	3	3	5	4	4	4	4
5	ч	14 – 24	Є проблеми	Студент	більше 5	3	1	3	2	4	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4
6	ж	14 – 24	Є проблеми	Програміст	більше 5	3	3	4	1	4	2	4	4	3	4	3	4	5	4	4	4	3
7	ж	14 – 24	Є проблеми	Ілюстратор	більше 5	2	1	3	2	4	2	5	4	5	4	4	3	4	4	4	4	3
8	ж	14 – 24	Проблем немає	Студент	до 5	3	1	4	4	4	3	4	3	4	3	2	3	4	4	4	3	3
9	ж	14 – 24	Є проблеми	Студент	більше 5	4	3	4	1	4	5	3	4	3	4	3	3	4	5	4	4	5
10	ж	14 – 24	Проблем немає	Програміст	більше 5	2	3	4	4	5	3	4	4	3	4	3	3	4	4	5	4	4
11	ч	25 – 44	Є проблеми	Інженер	більше 5	4	3	4	3	2	1	2	3	3	4	3	3	4	4	3	3	2
12	ч	25 – 44	Є проблеми	Дизайнер	більше 5	3	4	3	1	3	4	4	5	4	3	3	3	5	4	4	5	4
13	ч	25 – 44	Проблем немає	Програміст	більше 5	2	1	3	1	2	5	5	4	5	4	2	2	4	4	3	5	3
14	ч	25 – 44	Є проблеми	Лікар	до 5	4	3	3	2	4	2	3	4	3	3	4	3	4	3	4	5	3
15	ч	25 – 44	Є проблеми	Контент-менеджер	більше 5	4	5	3	1	5	4	3	4	5	4	2	2	4	5	4	5	5
16	ж	25 – 44	Проблем немає	Педагог	більше 5	4	5	3	5	3	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4
17	ж	25 – 44	Є проблеми	Дизайнер інтер'єру	більше 5	3	5	4	5	2	3	5	4	2	3	2	4	4	3	4	4	3
18	ж	25 – 44	Проблем немає	Арт-директор	більше 5	5	4	3	2	3	2	3	3	4	4	2	2	3	4	4	4	3
19	ж	25 – 44	Є проблеми	Актор	до 5	4	2	1	1	3	1	5	4	3	5	4	4	4	4	5	4	5
20	ж	25 – 44	Є проблеми	Інженер	більше 5	4	2	4	1	3	2	3	4	3	2	3	2	3	3	2	4	2
21	ч	45 – 60	Проблем немає	Інженер	більше 5	5	3	4	2	1	1	3	4	3	3	2	3	3	4	3	4	1
22	ч	45 – 60	Є проблеми	Педагог	більше 5	4	2	3	2	1	1	2	4	3	3	4	3	4	3	3	4	2
23	ч	45 – 60	Є проблеми	Ювелір	до 5	2	5	3	5	1	1	3	3	4	2	1	2	3	2	2	3	1

Продовження таблиці 4.1

№ респондента	Стать	Вік	Стан зорового сприйняття	Рід занять (професія)	Користуюсь комп'ютером, років	Новинні сайти	Корпоративні сайти	Інтернет-магазин електроніки	Інтернет-магазин будівельний	Інтернет-магазин одягу	Інтернет-магазин з доставки їжі	Сайти для перегляду відео	Здатність завершувати завдання як потрібно	Здатність переміщатися по сайту	Загальне враження від сайту	Відповідність зображень і контенту сайту	Доречність контенту (тексту) сайту	Загальна легкість у використанні	Загальний вигляд сторінок і їх організація	Чи привабливий сайт для використання?	Зрозумілі назви і позначення посилань?	Ви б зробили покупку на цьому сайті?
24	ж	45 – 60	Є проблеми	Архітектор	більше 5	4	5	3	3	4	1	3	4	3	4	3	2	3	4	3	4	2
25	ж	45 – 60	Проблем немає	Веб-дизайнер	більше 5	3	5	5	2	4	3	4	5	4	5	3	3	4	4	4	4	3
26	ж	45 – 60	Є проблеми	Графічний дизайнер	більше 5	4	3	1	1	2	1	2	4	3	3	1	2	3	3	4	4	2
27	ч	60+	Є проблеми	Інженер	до 5	4	1	2	1	1	1	1	3	2	3	3	3	3	3	4	3	1
28	ч	60+	Є проблеми	Пенсіонер	до 1	2	1	1	1	1	1	2	3	3	2	3	3	2	1	2	2	1
29	ж	60+	Проблем немає	Педагог	до 1	2	2	1	1	2	1	3	3	4	4	3	3	2	3	3	3	2
30	ж	60+	Є проблеми	Пенсіонер	до 1	2	1	1	1	1	1	2	3	3	4	3	3	3	4	3	2	2

Таблиця 4.2 – Розраховані коефіцієнти конкордації для груп 1 ( $M_b$ ) і 2 ( $M_e$ )

Група	$W$ , коефіцієнт конкордації
$M_b$ , чоловік	0,196
$M_b$ , жінка	0,172
$M_e$ , чоловік	0,280
$M_e$ , жінка	0,092
$M_b$	0,178
$M_e$	0,170

Якщо узгодженість експертних оцінок низька, як у нашому випадку (табл. 4.2), то на основі таблиці 4.1 беруться лише показники респондентів, які на думку експертів є найбільш досвідченими та об'єктивними (великий досвід користування ПК; немає проблем із зоровим сприйняттям; професія, що потребує постійного перегляду веб-сайтів та інш.).

Таким чином при оцінці респондентів розробники обрали для оцінки:  $M_b$  – 3 чоловіків, 3 жінок;  $M_e$  – 3 чоловіків, 3 жінок (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Вибір респондентів, які на думку експертів є найбільш досвідченими та об'єктивними

№ респондента	Стать	Вік	Стан зорового сприйняття	Рід занять (професія)	Користуюсь комп'ютером, років
2	ч	14 – 24	Проблем немає	Архітектор	більше 5
3	ч	14 – 24	Є проблеми	Програміст, студент	більше 5
4	ч	14 – 24	Проблем немає	Дизайнер	більше 5
6	ж	14 – 24	Є проблеми	Програміст	більше 5
7	ж	14 – 24	Є проблеми	Ілюстратор	більше 5
10	ж	14 – 24	Проблем немає	Програміст	більше 5
12	ч	25 – 44	Є проблеми	Дизайнер	більше 5
13	ч	25 – 44	Проблем немає	Програміст	більше 5
15	ч	25 – 44	Є проблеми	Контент-менеджер	більше 5
17	ж	25 – 44	Є проблеми	Дизайнер інтер'єру	більше 5
18	ж	25 – 44	Проблем немає	Арт-директор	більше 5
20	ж	25 – 44	Є проблеми	Інженер	більше 5

Анкети знов розсилаються респондентам та збирається нова статистика по кожному показнику. На основі показників вказаних груп респондентів розробники розраховують коефіцієнт конкордації. Отримані показники оцінки web-сайту можна вважати достатнім якщо  $k > 0,7$ . Однак при повторному тестуванні обраних респондентів результати суттєво не змінилися (показник не покращився) та умова не досягнута (табл. 4.4).

Дані експериментальні дослідження підтвердили припущення, що результати проведення даного виду тестування серед звичайних користувачів різного віку, роду діяльності, обмеженню по здоров'ю є недостовірними.

Таблиця 4.4 – Розраховані коефіцієнти конкордації для груп 1 і 2

Група	$W$ , коефіцієнт конкордації
$M_b$ , чоловік	0,204
$M_b$ , жінка	0,191
$M_e$ , чоловік	0,326
$M_e$ , жінка	0,084
$M_b$	0,189
$M_e$	0,177

Наступним етапом алгоритму є знаходження показника  $Q_{NUM}$ , що ґрунтується на обробці зображення, отриманого при тестуванні досліджуємої сторінки Eye Tracking системою.

Зрозуміло, що на рухомі об'єкти (наприклад, анімовані картинки) користувач зверне увагу в першу чергу, тому виключимо їх із розгляду і обмежимося статичним зображенням [13] і обмежимося статичним зображенням (рис. 4.2, а) та його тепловою картою (рис. 4.2, б) та її реверсним виглядом – картою непрозорості (рис. 4.3, а), яка в при подальшій пікселізації (рис. 4.3, б) буде слугувати як дослідний зразок для порівняння з еталоном [13].

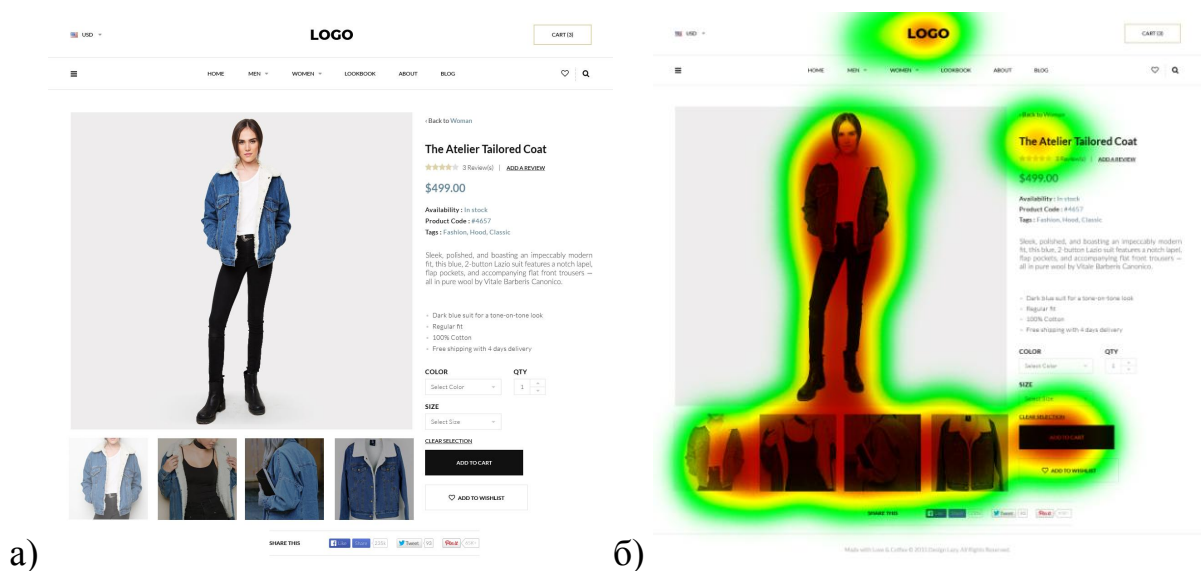


Рисунок 4.2 – Досліджувана сторінка та її тепла карта

Для оцінки зображення (рис. 4.3, а) можна використовувати два підходи [49]: «розмиття» зображення до отримання ефекту розфокусованих очей (наприклад, за допомогою фільтра Гауса); сильна пікселізація

зображення з подальшим аналізом отриманих пікселів.

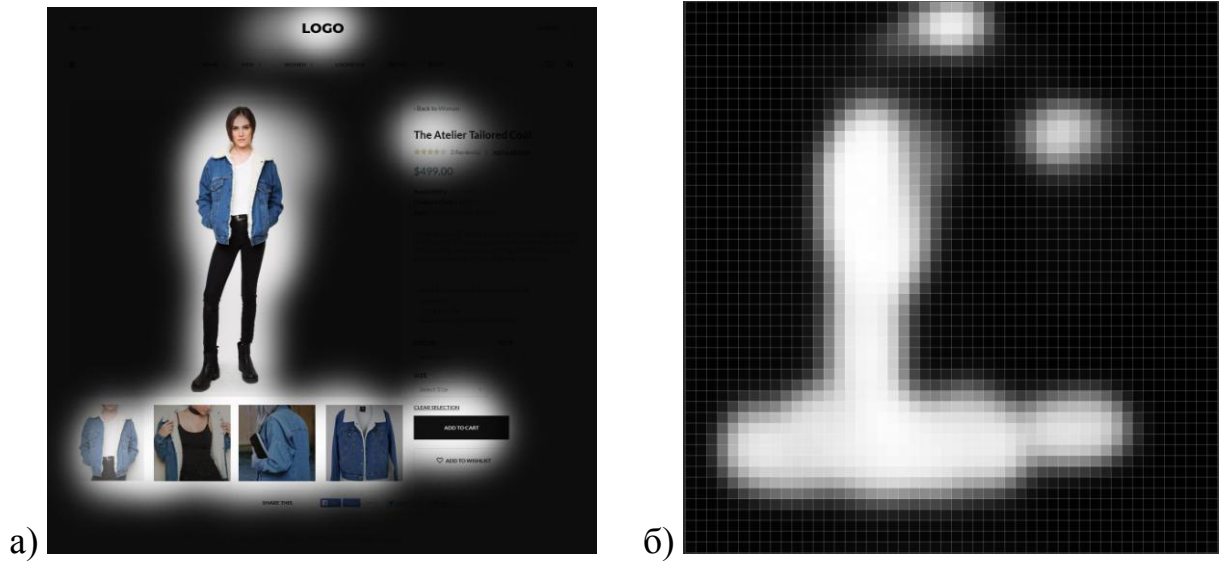


Рисунок 4.3 – Карта непрозорості та результат роботи алгоритму пікселізації

Слід зазначити, що для отримання придатного для оцінювання розмиття необхідно використовувати фільтр Гауса з дуже великою дисперсією, що дає велике вікно фільтра та подовжує час виконання операції. Тобто час роботи алгоритму великий, і тому він не придатний для використання. Алгоритм пікселізації працює на декілька порядків швидше ніж алгоритм фільтра Гауса, що дозволяє застосувати його для первісної обробки зображення. На відміну від методу Гауса, де рух вікна відбувається з кроком в один піксель, у даному методі щоразу зміщуємо вікно на відстань, яка дорівнює довжині вікна, що значно економить час.

Обробка зображення полягає у внесенні в вихідне зображення тих чи інших змін у порівнянні з оригіналом з метою привести зображення до виду, зручного для подальшого аналізу або розуміння. Таким чином, в результаті обробки зображень знову виходить зображення (рис. 4.3, б).

Аналіз зображення полягає в вивченні окремих характеристик, складних частин, фрагментів або окремих об'єктів в поле зображення. До теперішнього часу в літературі немає усталеного визначення терміну «аналіз зображення». У нашому випадку під аналізом зображення будемо розуміти

вимірювальний аспект їх обробки. Отже, аналіз зображення буде полягати у визначенні різних кількісних даних зображення – параметрів [40].

Отримані «Карти інтенсивності» можна представити у вигляді матриці  $\Theta$  за умови, що  $a_{i,j} \neq 0, \forall i, j$ , і при цьому  $a_{i,j} = (0,1,\dots,255)$ , тобто «теплова карта» («карта непрозорості») матиме кодування кольору в форматі «градин сірого», в наслідок чого будь-який web-сайт можна математично представити:

$$\Theta = \left\{ \begin{array}{cccc} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1j} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2j} \\ \vdots & & \ddots & \\ \vdots & \dots & \dots & a_{ij} \end{array} \right\}. \quad (4.1)$$

Для зручності обробки даних розчленуємо матрицю  $\Theta$ , на підматриці  $(\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_p, \text{ де } p = 1, \dots, m)$  з однаковими розміром, що дасть можливість оцінювати вплив параметра  $N$ . На наступному кроці проводимо аналіз всієї матриці  $\Theta$  і знаходимо  $a_{ij} \xrightarrow{\max} 255$ . Позначимо через  $\Delta$  допуск – як відхилення в бік зменшення максимального значення 255.

Зробимо допущення що  $\Delta = 100$ , тобто мінімальне значення, яке нас буде цікавити в даному методі  $a_{ij} \geq 155$ . Тобто, в карті інтенсивності, для подальшого дослідження, нас будуть цікавити всі  $a_{ij} \geq 155$ , що будуть показувати зони які привернули увагу користувача.

Варто врахувати що можливе існування кількох зон. Отже можна визначити на яких підматрицях  $\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_p$  перебувають «зони уваги».

$$\Theta = \left\{ \begin{array}{cccc} [\Theta_1] & [\Theta_2] & [\Theta_3] & [\Theta_4] \\ \vdots & & & \\ & \ddots & \ddots & \\ & & & [\Theta_p] \end{array} \right\}. \quad (4.2)$$

Дане рішення дозволить визначити тип модульної сітки (4.2), що

використовується в досліджуємому web-сайті.

Далі проведемо дослідження на матриці  $\Theta$ , з точки зору визначення типу патерну який описаний в (3.4). Для цього введемо  $\xi$ , як допуск значень між  $70 \leq a_{ij} \leq 155$ , що дасть можливість оцінити «маршрут» погляду користувача або експерта, який проводить аналіз даного web - сайту. Приклад побудови матриці  $\Theta$  представлений в (4.3).

$$\Theta = \left\{ \begin{array}{cccc} [a_{ij} \geq 155] & [70 \leq a_{ij} \leq 155] & [70 \leq a_{ij} \leq 155] & [a_{ij} \geq 155] \\ \vdots & [a_{ij} \leq 69] & [a_{ij} \leq 69] & [a_{ij} \leq 69] \\ [70 \leq a_{ij} \leq 155] & \dots & [70 \leq a_{ij} \leq 155] & [a_{ij} \geq 155] \\ [a_{ij} \geq 155] & [a_{ij} \leq 69] & [a_{ij} \leq 69] & [a_{ij} \leq 69] \end{array} \right\}. \quad (4.3)$$

Аналізуючи (4.3) можна явно бачити що існують 4 підматриці, в яких є елементи  $a_{ij} \geq 155$ , отже – це зони, які привернули увагу користувача і підматриці в яких елементи знаходяться в межах  $70 \leq a_{ij} \leq 155$ .

Тобто це «гравітаційний шлях», всі інші зони у яких значення  $69 \leq a_{ij}$ , можна відкинути як зони, які не привернули увагу користувача.

Цей алгоритм є узагальненим, так як «оцінка якості» завжди повинна враховувати взаємозв'язок між елементами та актуальними значеннями їх метрик, а отже, мати статистичну природу [29].

В подальшій роботі можливо, за результатами аналізу літературних джерел, або використовуючи факторний аналіз, кожному параметру присвоїти визначені значення і тим самим сконцентрувати вихідну інформацію: зменшити кількості змінних (редукція даних); згрупувати, класифікувати та компактно візуалізувати дані.

## 4.2 Обробка результатів дослідження у середовищі MatLab

Чорно-білу картинку, що зберігається на диску в вигляді зображення, можна перетворити в матрицю, елементи якої будуть фіксувати колір точки

зображення: 0 – чорний, 255 – білий [9].

Розмір матриці залежатиме від розміру зображення.

Аналіз проводиться у програмному пакеті MatLab, можна завантажити безкоштовну версію на 30 днів або безкоштовну версію для студентів (якщо університет включений в базу MatLab). Проведення будь-яких операцій в MatLab здійснюється за допомогою мови MatLab (рис. 4.4). Для вирішення даних задач буде достатньо базових знань програмування (наприклад, на C#).

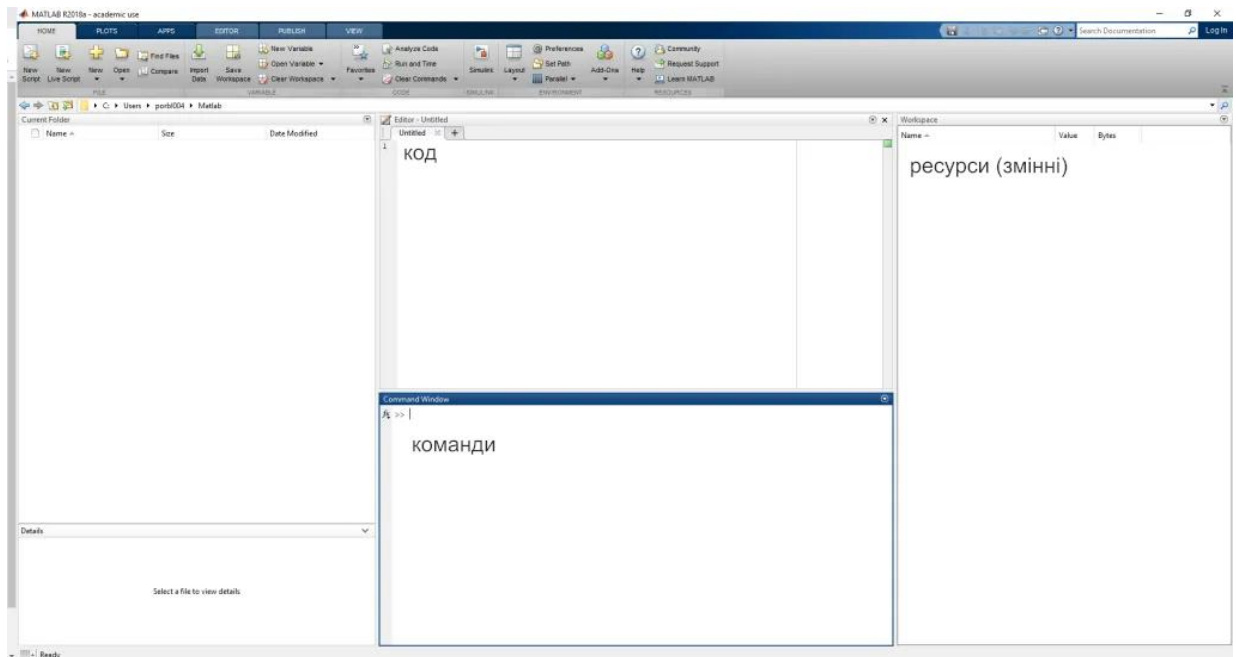


Рисунок 4.4 – Інтерфейс програми MatLab

Отже, першим кроком є імпорт зображення в MatLab. Це можна зробити вручну за допомогою наступного запису:

*назва\_матриці* = *imread* ('зображення.формат').

Проте MatLab підтримує можливість автоматичного імпорту зображення (команда *Import Data*). В MatLab імпортована матриця зберігається як значення (value). Отримана карта непрозорості після пікселізації імпортується як *mtrx\_I*, зразок для порівняння – *mtrx\_S*. Оскільки зображення були однакового розміру, тому і матриці будуть однакового розміру. Отже, для порівняння можна знайти різницю (рисунок 4.5) між кожним елементом *mtrx\_S* (рис. 4.6) та *mtrx\_I* (рис. 4.7).



Отримуємо `mtx_Diff` в вигляді матриці що показує різницю між отриманим матрицями результатами тестів для  $UI = \langle M_b, S_M, T_4, P_F, n_5 \rangle$  та  $UI = \langle M_e, S_M, T_3, P_F, n_5 \rangle$  (рис. 4.8).

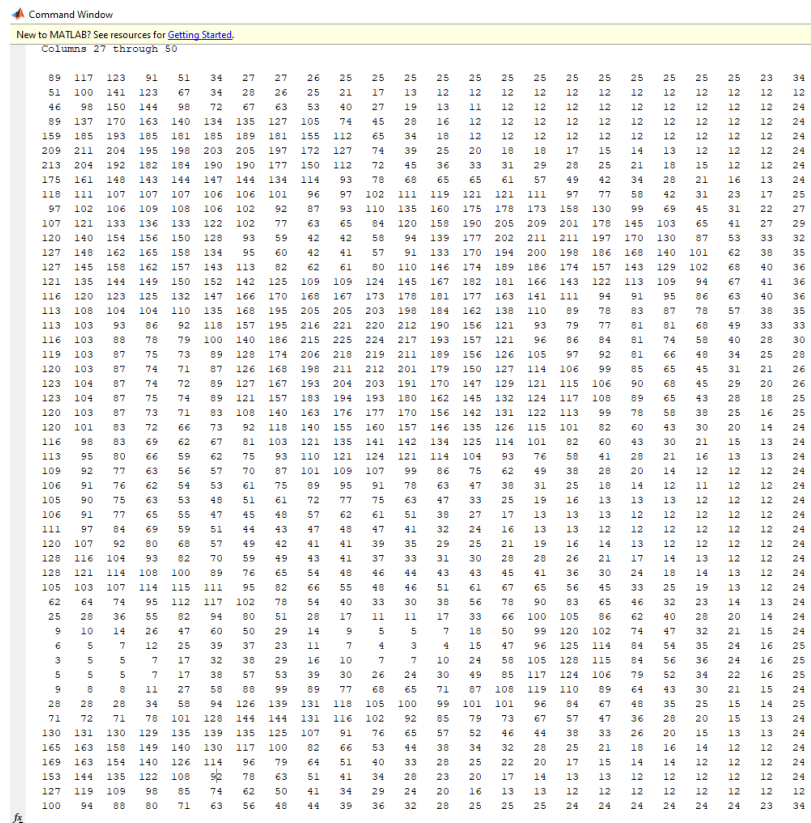


Рисунок 4.8 – `mtx_Diff` в вигляді матриці

Наступним кроком є створення зображення із отриманої матриці, тобто операція, протилежна імпорту – експорт. Це можливо за допомогою наступних команд:

`figure`

`imshow(mtx_Diff)`

Виконання цих команд викликає спливаюче вікно із зображенням і додатковими функціями, такими як «зберегти», «роздрукувати», «дати шкалу значень», ін.

На рис. 4.9 представлена різниця між отриманими результатами зображеннями: 0 (чорний) означає повний збіг зображень, 255 (білий) – протилежні значення.

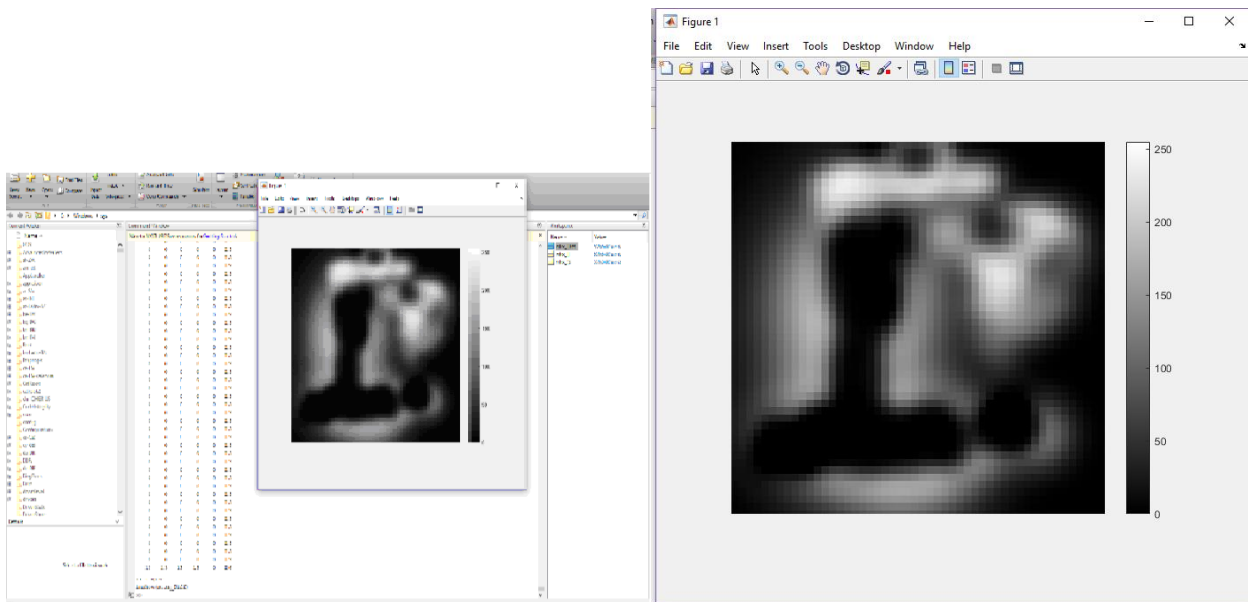


Рисунок 4.9 – Візуальне представлення різниці між отриманими результатами зображеннями

«Білі» зони свідчать про те, що користувач  $M_e$  не звертає уваги на дані зони екрану, хоча, відповідно до карти  $M_b$ , розробники вважають, що повинен. На підставі отриманих даних можливо розробити рекомендації дизайнеру щодо покращення певного аспекту оформлення – композиції, кольорів, акцентів, тощо (рис. 4.10)

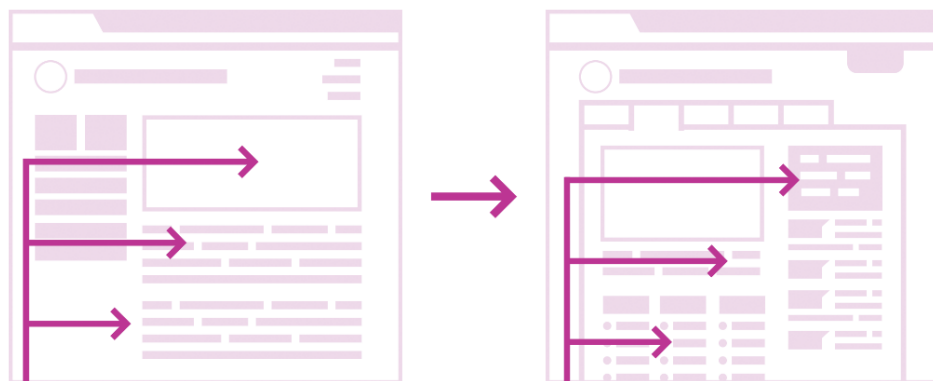


Рисунок 4.10 – Схематичне представлення практичних рекомендацій щодо реінженірингу існуючого сайту [61]

За результатами проведеного експерименту знайшла підтвердження теорія про вплив будь-якого з параметрів, що закладено в розроблену

параметричну модель оцінки юзабіліті сайту, в нашому випадку це група користувачів за віком та параметри задоволеності.

Можливим продовженням даної роботи є можливість автоматизації даного процесу шляхом створення бази еталонних зразків, що підвищить ефективність процесу тестування шляхом зниження вартості та часу оцінювання.

## 5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ

### 5.1 Характеристика науково-дослідного рішення

В атестаційній роботі розроблено рекомендації щодо підвищення ефективності маркетингових рішень веб-сайту (підвищення рівня відвідування, конкурентоздатності та бажання клієнтів робити покупки), на основі проведення тестування користувачів.

Тестування включає в себе Юзабіліті-експертизу, що дає якісну оцінку сайту (бланкове тестування), а юзабіліті-тестування (технологія EyeTracking), яке дає можливість отримати кількісну оцінку (отримання матриці зображення сторінки), яка забезпечує високий рівень наочності і прискорює процес аналізу [18, 19, 23].

Реалізація процесу тестування дасть можливість дизайнеру:

- отримати дані про уподобання користувачів;
- врахувати існуючі математичні моделі побудови сайтів;
- врахувати когнітивну складову сприйняття зображення (сторінки);
- представити отримані дані і метод їх інтерпретації для проектування інтерфейсу людина-комп'ютер.

На підставі отриманих даних розроблено рекомендації дизайнеру щодо покращення певного аспекту оформлення – композиції, кольорів, акцентів, тощо.

### 5.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата

У процесі виконання науково-дослідної роботи був проведений огляд існуючих стандартів якості ПЗ у використанні, розроблена параметрична модель для оцінки інтерфейсів, яка була перевірена експериментом.

Умовно науково-дослідну роботу (НДР) можна розділити на три етапи: підготовчий, основний і заключний [8].

На стадії виконання підготовчого етапу були виконані підбір і вивчення літератури для проведення відповідних до постановки задачі робіт. Проведено пошук інформації в Internet.

На етапі виконання основної частини НДР були виконані такі роботи:

- огляд існуючих стандартів якості ПЗ у використанні;
- розробка параметричної моделі;
- планування експерименту;
- виконання експерименту.

У заключній частині проводяться: аналіз результатів.

Найбільш складною й відповідальною частиною при плануванні НДР є розрахунок трудомісткості робіт [8], тому що трудові витрати часто становлять основну частину вартості науково-дослідних робіт і безпосередньо впливають на терміни розробки.

Дану роботу виконував один фахівець, тестувальник веб-сайтів. За аналізом, проведеним на онлайн-майданчиках для пошуку роботи, та фриланс-майданчиках середня місячна заробітна плата тестувальника складає 14000 грн.

Проведемо розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавця робіт.

Середньоденна заробітна плата виконавця робіт ( $Z_{ср.дн.}$ ) розраховується за формулою:

$$Z_{ср.дн.} = \frac{Z_{ср.міс.}}{n}, \quad (5.1)$$

де  $Z_{ср.міс.}$  – середньомісячна зарплата виконавця роботи;

$n$  – число робочих днів у місяці, ( $n=22$ ).

Зазвичай при тестуванні сайтів проводять такі види тестування: функціональне тестування, тестування зручності користування (юзабіліті), тестування продуктивності, тестування інтерфейсу користувача (UI testing), тестування безпеки.

Оскільки дослідження фокусується на тестуванні інтерфейсу, можна враховувати 2/5 заробітної плати. Середньоденна заробітна плата тестувальника веб-сайтів:

$$Z_{\text{ср.дн.}} = \frac{14000}{22} \cdot 0,4 = 254,55 \text{ (грн).}$$

Етапи виконання НДР, перелік і зміст робіт, трудомісткість їх виконання, заробітна плата виконавців робіт представлені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавця робіт

Перелік робіт	Кількість виконавців	Трудомісткість робіт, люд.-днів	Середньоденна заробітна плата, грн.	Сума заробітної плати, грн.
1. Підготовчий етап				
1.1. Розробка та затвердження ТЗ	1	1	254,55	254,55
1.2 Підготовка довідкових матеріалів та даних для виконання НДР	1	2	254,55	509,1
2. Основний етап				
2.1 Постановка задачі	1	1	254,55	254,55
2.2 Огляд існуючих стандартів юзабіліті	1	2	254,55	509,1
2.3 Розробка параметричної моделі	1	4	254,55	1018,2
2.4 Розробка алгоритму тестування	1	6	254,55	1527,3
2.5 Розробка плану для бланкового тестування	1	5	254,55	1272,75
2.6 Підбір суб'єктів для проведення тестування	1	5	254,55	1272,75
2.7 Проведення тестування	1	6	254,55	1527,3
3. Заключний етап				
3.1 Аналіз результатів проведення роботи	1	2	254,55	509,1
3.2 Формування висновків та пропозицій за темою дослідження	1	1	254,55	254,55
Всього		35		8909,25

### 5.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР

Калькуляція собівартості розраховується відповідно до існуючих нормативних актів України. До складу калькуляції входять такі статті витрат:

- матеріальні витрати;
- витрати на оплату праці;
- єдиний соціальний внесок;
- амортизація основних засобів (вартість машинного часу);
- витрати на спожиту електроенергію;
- інші витрати (адміністративні витрати та вартість послуг зв'язку).

Матеріальні витрати визначаються витратами на матеріали, визначені їх потребою для виконання робіт, і цін, що діють на момент складання калькуляції. Матеріальні витрати розраховуються за такою формулою:

$$M = \sum_{j=1}^n Q_j \times C_j, \quad (5.2)$$

Де  $M$  – сумарні витрати на матеріали, в тому числі малоцінні предмети, що швидко зношуються (носії, папір, канцелярське приладдя тощо), або на літературу, яка необхідна для проведення роботи, тощо;

$Q_j$  – кількість використаних одиниць  $j$ -го виду матеріалів,  $j = (1 \div n)$ ;

$C_j$  – ціна одиниці  $j$ -го виду матеріалів.

Розрахунок матеріальних витрат представлено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунок матеріальних витрат

Найменування	Од. вим.	$Q_j$	$C_j$ , грн	$M$ , грн.
Олівець механічний	шт.	1	4,50	4,50
Папір	уп.	1	110	110
Заправка для картриджу	шт.	1	300	300
Усього				414,50

Витрати на оплату праці розраховуються виходячи з необхідного для виконання робіт складу й кількості працівників, а також із середньомісячної заробітної плати. Відповідно до проведених розрахунків витрати на оплату праці виконавців роботи дорівнюють 8909,25 грн.

Єдиний внесок на загальнодержавне соціальне страхування (ЄСВ) – консолідований страховий внесок, збір якого здійснюється в систему загальнообов’язкового державного соціального страхування в обов’язковому порядку і на регулярній основі з метою забезпечення захисту у випадках, передбачених законодавством, прав застрахованих осіб і членів їх сімей на отримання страхових виплат (послуг) за діючими видами загальнообов’язкового державного соціального страхування.

Для об’єкта дослідження ставка єдиного соціального внеску дорівнює 22 % від витрат на оплату праці, тобто розмір ЄСВ дорівнює 1960,035 грн.

При виконанні НДР застосовувалось наступне обладнання: комп’ютер вартістю 9 000 грн та принтер вартістю 1 200 грн (термін служби для амортизації 2-3 роки), айтрекер Pupil Labs з відкритим ПЗ на Python – 30 000 грн (термін амортизації 5 років).

Вищенаведене устаткування є власністю організації виконавця, тому доцільно розрахувати суму амортизаційних відрахувань на період виконання НДР. Амортизація основних засобів розраховується за формулою:

$$AB = \sum_{k=1}^L \frac{BO_k}{T} \times TE_k, \quad (5.3)$$

де  $AB$  – сума амортизаційних відрахувань, нарахованих під час проведення науково-дослідницької роботи;

$BO_k$  – вартість основних засобів  $k$ -го виду;

$TE_k$  – термін експлуатації основних засобів  $k$ -го виду, днів;

$T$  – термін науково-дослідницької роботи, днів;

$L$  – кількість видів обладнання.

Підставивши відомі значення у (5.3), визначимо величину амортизаційних відрахувань. Отже маємо:

$$AB = \frac{9000 \cdot 25}{35} + \frac{1200 \cdot 15}{35} + \frac{30000 \cdot 6}{35} = 12\,085,71 \text{ (грн)}.$$

Витрати на використану обладнанням електроенергію розраховуються за формулою:

$$Z_e = M \cdot t \cdot T_{kBm}, \quad (5.4)$$

де  $M$  – потужність устаткування, тобто кількість енергії, споживаної за одиницю часу (кВт / годин);

$t$  – кількість годин використання устаткування за період проведення науково-дослідницької роботи;

$T_{kBm}$  – тариф, тобто вартість використання 1 кВт електроенергії.

Споживна потужність комп'ютера складає 0,5 кВт та принтера 0,8 кВт за годину. Тариф споживачів за першим класом напруги, тобто 35 кВт та більше), складає 1,5728 грн. / кВт годин (без ПДВ). Підставивши значення у формулу (5.4), визначимо величину витрат на спожиту електроенергію:

$$Z_e = 0,5 \cdot 25 \cdot 1,5728 + 0,8 \cdot 15 \cdot 1,5728 = 38,53 \text{ грн.}$$

До інших статей витрат відносяться такі:

- адміністративні витрати: (водопостачання, водовідведення, освітлення, опалення), які прийнято у розмірі 20% від витрат на оплату праці;
- вартість оплати послуг зв'язку.

Вартість оплати послуг зв'язку становитиме:

- а) Інтернет – із розрахунку 150 грн. на місяць (безлімітний пакет); всього 150 грн. за 1 місяць виконання НДР;

б) телефон – із розрахунку 130 грн. на місяць; всього 130 грн. за 1 місяць.

За час виконання НДР витрати на відрядження, аутсорсинг, інформаційні послуги та маркетингові заходи не мали місця.

Результати розрахунку кошторису витрат, тобто одноразових витрат, на виконання НДР «Дослідження можливостей UI web-систем для підвищення ефективності маркетингових рішень» наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Кошторис витрат на розробку НДР

№ з/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1	Заробітна плата	8 909,25
2	Єдиний соціальний внесок (22,0 % від п.1)	1 960,04
3	Матеріальні витрати	414,50
4	Амортизація основних засобів	12 085,71
5	Витрати на спожиту електроенергію	38,53
6	Інші витрати, у тому числі:	
6.1	адміністративні витрати (20% від п.1)	1 781,85
6.2	вартість послуг зв'язку	280,00
	Всього витрати ( <i>B<sub>p</sub></i> )	25 469,88

Таким чином, кошторис витрат на виконання даної НДР відбиває сумарні витрати за статтями п.1÷п.6 та складає 25 469,88 грн.

#### 5.4 Визначення економічної ефективності результатів НДР

Для визначення економічної ефективності результатів НДР необхідно порівняти витрати на розробку НДР з отриманими результатами.

Основним показником економічної ефективності науково-дослідної роботи є коефіцієнт «ефект-витрати», який розраховується:

$$K_{ев} = \frac{P_j}{B_p}, \quad (5.5)$$

де  $B_p$  – витрати (кошторисна вартість) на виконання НДР, грн.;

$K_{ев}$  – коефіцієнт «ефект-витрати», який відбиває, наскільки кожна гривня витрат НДР змінює  $j$ -ту характеристику досліджуваного процесу;

$\Delta P_j$  – результат, різниця прибутку між старою і новою версією веб-сайту, створеною за результатами НДР.

$$\Delta P_j = \frac{P_n}{P_o} = \frac{30\,641,58}{19\,619,21} * 100 - 100 = 1,56 * 100 - 100 = 56,18 \text{ \%}.$$

Підставивши раніше визначені значення у (5.5), розрахуємо чисельне значення коефіцієнту «ефект-витрати». Отже маємо:

$$K_{ев} = \frac{56,18}{25\,469,88} = 0,0022 \text{ (\% / грн.)}.$$

Таким чином, можна зробити такий висновок: отриманий результат свідчить про те, що кожна гривня витрат на розробку НДР забезпечує збільшення прибутків веб-сайту на 0,0022%.

Дана НДР має досить непоганий показник економічної ефективності, проте враховуючи високу вартість Eye-tracker обладнання, термін окупності для маленьких компаній з не дуже високим рівнем доходів може бути занадто довгим і тестування за запропонованою методикою може призвести до банкрутства. Для великих компаній з високим рівнем доходів, термін окупності значно нижчий, тож можна рекомендувати тестування за даною методикою.

Роботу у цілому можна враховувати ефективною або такою, що має високий науковий та технічний рівень. НДР має непоганий показник економічної ефективності, проте враховуючи високу вартість Eye-tracker обладнання, термін окупності для маленьких компаній може бути занадто довгим. Для великих компаній з високим рівнем доходів, термін окупності значно нижчий, тож можна рекомендувати тестування за даною методикою.

## ВИСНОВКИ

В даній роботі розглянуті існуючі методи оцінки юзабіліті та метрики їх оцінювання. Основними в даній роботі визначено метрики продуктивності, що оцінюють зручність використання інтерфейсу і привабливість дизайну.

Виявлено, що залежність між увагою користувачів і модульною сіткою за пропорціями «Золотого перетину» сприймається краще, ніж просто блок інформації через те, що інформація набуває більш природного вигляду та виявлено, що рух погляду користувача здійснюється за *F*-патерном, що повторює природну траєкторію руху погляду користувача. На підставі даних залежностей можна створити еталонний зразок для порівняння з отриманим за технологією EyeTracking.

В результаті виконання роботи розроблений узагальнений алгоритм методу підвищення ефективності UI web-систем, на підставі якого проведено експериментальне дослідження достовірності результатів у середовищі MatLab, за отриманими матрицями, елементи яких будуть фіксувати колір точки зображення: 0 – чорний, 255 – білий.

Цей алгоритм є узагальненим, так як «оцінка якості» завжди повинна враховувати взаємозв'язок між елементами та актуальними значеннями їх метрик, а отже, мати статистичну природу. В подальшій роботі можливо, за результатами аналізу літературних джерел, або використовуючи факторний аналіз, кожному параметру присвоїти визначені значення.

Знання про принципи побудови веб-сайтів та залежності візуального сприйняття інформації буде використано у подальшій роботі при дослідженні питання створення «правильного» дизайну веб-сайту, тобто такого в якому зони високого уваги користувачів будуть збігатися з зонами, які хоче виділити розробник, або видачі рекомендацій щодо реінженірингу існуючого сайту.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Плєскач В.Л., Затонацька Т.Г. Інформаційні системи і технології на підприємствах: підручник. К.: Знання, 2011. 718 с.
2. Демська А.І. Шляхи підвищення якості web-сайту як технологічного базису бізнес-процесів // Радіоелектроніка та молодь в ХХІ столітті: матеріали 23-го міжнародного молодіжного форуму (Харків, 14-18 квітня 2019 р.). Т.6. С. 271-272.
3. Грехов А.М. Е-комерція. К.: Вид-во Європейського ун-ту, 2006. 212 с.
4. Огірко І.В., Пілат О.Ю. Автоматизація управління якістю електронного видання // Поліграфія і видавнича справа. 2011. №. 2. С. 124-131.
5. Фазылзянова Г. И., Балалов В. В. Применение метода айтрекинга для оценки качества графической и мультимедийной продукции // Наука и мир. 2014. Т. 3. №. 3. С. 172-179.
6. ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання.
7. Положення про атестаційну роботу здобувачів вищої освіти на другому (магістерському) рівні, затв. наказом ХНУРЕ від 01.11.2019 №419.
8. Методичні рекомендації до виконання економічної частини дипломних проектів, робіт для студентів денної та заочної форми навчання усіх спеціальностей / Л.В. Соколова, О.І. Горбач, С.В. Гришко, Є.В. Діденко, Л.В. Левченко, Г.М. Путятіна, В.Г. Харченко. Харків: ХНУРЕ, 2015. 49 с.
9. Демська А.І. Застосування когнітивних технологій для створення методів оцінки ефективності веб-сайту // Друкарство молоде: матеріали 19-ої Науково-технічної конференції студентів і аспірантів (Київ, ВПІ НТУУ «КПІ», 02-04 квітня 2019 р.). С. 56-57.
10. Demska A., Yevsieiev V., Kolesnykova T., Tkachenko V. Methods and means of evaluation usability of human-machine interface // Innovations in Publishing, Printing and Multimedia Technologies: International Scientific-Practical Conference (Kaunas, 17th-18th of April, 2019). P. 40-46.

11. Kolesnikova T., Demska A. Analysis of features of visual perception of graphic information for building the site model // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції (Харків, ХНУРЕ, 14-17 травня 2019 року). С. 138-139.

12. Колесникова Т.А., Демська А.І. Створення параметричної моделі оцінки зручності сайту // Математичне моделювання процесів в економіці та управлінні проектами і програмами (ММП-2019): матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Коблево, 09-13 вересня 2019 р.). С. 9-12.

13. Євсєєв В. В., Бортнікова В. О., Демська А.І. Візуалізація та обробка результатів технології Eye Tracking // Математичне моделювання процесів в економіці та управлінні проектами і програмами (ММП-2019): матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Коблево, 09-13 вересня 2019 р.). С. 13-16.

14. Demska A. Determining the productivity of UI web systems in the context of use // Виробництво & Мехатронні Системи 2019: матеріали III-ої Міжнародної конференції (Харків, 24-25 жовтня 2019 р.). С. 101-105.

15. Демська А.І. Дослідження технологій підвищення ефективності UI web-систем // Автоматизація та приладобудування. 2018. Вип. 2. С. 18-24.

16. Демська А.І. Метод підвищення продуктивності UI web-систем на етапах проектування або реінжинірингу // Автоматизація та приладобудування. 2019. Вип. 1. С. 31-37.

17. Демська А. І., Дерев'янку І.І. Аналіз процесу візуалізації інформації для людино-орієнтованого проектування інтерфейсу // Автоматизація та приладобудування. 2019. Вип. 2. С. 47-51.

18. Літнарівич Р.М., Чернецький І.Ф., Дедух М.І. Сучасні технології опрацювання графічної інформації. Курс лекцій. Частина 1. Рівне: МЕРУ, 2012. 130 с.

19. Боюн В.П. Інтелектуальне вибіркоче сприйняття візуальної інформації. Інформаційні аспекти // Штучний інтелект. 2011. № 3. С. 16-24.

20. Колганова О.О. Метод зберігання та передачі графічної інформації у базах даних на основі сплайнового багатомасштабного розкладу (Doctoral dissertation, Національний авіаційний університет). 2009.

21. Wünsche B. A survey, classification and analysis of perceptual concepts and their application for the effective visualisation of complex information // In Proceedings of the 2004 Australasian symposium on Information Visualisation. 2004. Volume 35. P. 17-24.

22. Афанасьев А.А. Технология визуализации данных как инструмент совершенствования процесса поддержки принятия решений // Инженерный вестник Дона. 2014. 31(4-1).

23. Батенькина О.В. Методы оценки удовлетворенности пользователей при тестировании юзабилити информационных систем // Омский научный вестник. 2016. 5(149).

24. Ергодизайн систем візуальної інформації / Белятинський А.О., Чемакіна О.В., Свірко В.О., Рубцов А.Л., Кузьмін О.В., Кузьмін А.О. // International Scientific Journal "Internauka". 2018. URL: <http://www.internauka.com/> (дата звернення 10.12.18).

25. Свірко В.О., Рубцов А.Л., Чемакіна О.В. Дизайн-ергономічні чинники створення візуальних інформаційних систем // Теорія та практика дизайну: Збірник наукових праць / Технічна естетика. 2018. Вип. 15. С. 149-173.

26. Манаков В.П., Бизюк Е.И. Бизюк А.В. Исследование формальных оценок качества UI/UX сайтов // Бионика интеллекта. 2017. №2(89). С. 132-137.

27. Фомішина О. Модульне проектування мережевих журнальних видань як спосіб підвищення якості сприймання контенту // Український інформаційний простір. 2018. №. 1. С. 141-148.

28. Юзабилити – наука, технологія, искусство / Ю.Р. Валькман, А.В. Савченко, В.В. Зосимов, А.С. Булгакова // Збірник наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова НАН України. 2010. Вип. 54. С. 82-91.

29. Романюк О.Н., Кательніков Д.І., Косовиць О.П. Веб-дизайн і комп'ютерна графіка. Вінниця: ВНТУ, 2007. 142 с.
30. Nielsen J. Guerilla HCI: Using discount usability engineering to penetrate the intimidation barrier // Retrieved March 18, 2002, from the World Wide Web. 1994.
31. Файола Э. Шрифты для печати и Web-дизайна. СПб.: БХВ-Петербург, 2003. 288 с.
32. Miller G.A. The cognitive revolution: a historical perspective // Trends in cognitive sciences. 2003. 7.3. P. 141-144.
33. Fitts P.M. The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement // Journal of Experimental Psychology. 1954. 47 (6). P. 381-391.
34. Olson H.M., Gugery L., Schumacher R. The effect of visual momentum on learning hierarchical menu structures in small displays // Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting. 2004. Vol. 48. No. 4.
35. Гордеев А.А., Гордеева Д.В. Технологии, техники и инструменты оценивания информационной безопасности и удобства использования. Практикум / под ред. В. С. Харченко; Министерство образования и науки Украины, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». 2017. 96 с.
36. Лунева Е.А., Скобелкина Н.Г. Айттрекинг в системе современных технологий нейромаркетинга // Сибирский торгово-экономический журнал. 2016. № 3 (24). С. 50-53.
37. Кузьминов Е.В. Оцінка ефективності роботи сайту // Системний аналіз. Інформатика. Управління: матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції. Запоріжжя, 2011. С. 118–119.
38. Данилов Н.А., Шульга Т.Э. Построение тепловой карты на основе точечных данных об активности пользователя приложения // Прикладная информатика. 2015. № 2 (56). С. 49-58.

39. Количественный критерий индивидуальных различий траекторий движения глаз / Беляев Р.В. и др. // Радиоэлектроника. Наносистемы. Информационные технологии. 2015. Т. 7. №. 1. С. 56-68.
40. Очков В.Ф. Угадай образ // Информатика в школе. 2011. №. 9. С. 60-62.
41. Кухарчук С.С., Романюк О.В. Аналіз методів тестування зручності використання веб-сайтів: дис. ВНТУ, 2017.
42. Мамышева Т.В., Бакаев М.А. Ранжирование сайтов поисковыми системами, автоматизация оценки сайтов // Globus. 2016. С. 28-32.
43. Ehmke C., Wilson S. Identifying web usability problems from eye-tracking data // Proceedings of the 21st British HCI Group Annual Conference on People and Computers: HCI... but not as we know it-Volume 1. British Computer Society. 2007. P. 119-128.
44. Albert W., Tullis T. Measuring the User Experience. Second Edition: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics (Interactive Technologies). Morgan Kaufmann, 2013. 320 p.
45. Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures / Holmqvist K., Nyström M. Andersson R., Dewhurst R., Halszka J., Weijer J. Oxford University Press, 2011. 560 p.
46. Пилат О.Ю. Моделирование и интегральная модель оценки качества сайтов // Вестник евразийской науки. 2014. №6 (25). С. 1-13.
47. Яшина Т.С. Оценка качества образовательных веб-сайтов как фактор развития единого информационного образовательного пространства: дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01. Воронеж, 2005. 205 с.
48. Некрасов С.И. Сравнение результатов онлайн-и оффлайн-опросов (на примере анкет разной сложности) // Социология: методология, методы и математическое моделирование. 2011. (Социология: 4М) 32. С. 53-74.
49. Турчина А.В., Лебідь О.Ю., Козаченко Є.В. Метод оцінювання якості інтерфейсу користувача систем дистанційного навчання // Питання прикладної математики і математичного моделювання. 2010.

50. ISO S. 9241-11 (1998) // Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part II guidance on usability. 1998.

51. Бакаев М.А. Современные тенденции в автоматизированной оценке юзабилити и поведенческие факторы в алгоритмах поисковых систем // Программные продукты и системы, 2017. №3. С. 447-455.

52. Копов С.А., Макарычев П.П., Шибанов С.В. Разработка метрик измерения юзабилити на основе деятельностного подхода // Надежность и качество: труды международного симпозиума. 2010. 1. С 504-508.

53. Кабакова Е.А., Усков В.С. Веб-сайт научно-исследовательского учреждения: наполнение, посетители, развитие // Вопросы территориального развития. 2014. №. 3 (13). С. 1-11.

54. Кондратов Б.Ф. Третий возраст и Интернет // Информационное общество. 2009. №. 1. С. 64-75.

55. Куканов А.А., Юдаев И.А. Построение дизайна сайтов на основе математических моделей // ИТ-Стандарт. 2016. Т. 1. №. 4. С. 55-59.

56. Мазур Д.М., Харитонов А.Ю. Совмещение технологий анализа внешнего вида интернет страниц и законов композиции // Информационные управляющие системы и компьютерный мониторинг. 2013. С. 307-313.

57. Жданова А.В. Икона и «Огонек»: к проблеме современного восприятия визуального ряда // Пушкинские чтения. 2014. № XIX. С. 220-225.

58. Павлов О. Куда смотрят посетители вашего сайта? URL: <http://wu3uk.ru/business/marketing/kuda-smotryat-posetiteli-vashego-sayta.html> (дата звернения 10.12.18).

59. Сайт компанії ASHAMEL. URL: <http://www.ashamel.com/reading-web-content-the-f-shaped-pattern> (дата звернення 10.12.18).

60. Макогон О.О., Вовк А.В., Ткаченко В.Ф. Разработка методики оценивания веб-сайта средствами эксперимента // Бионика интеллекта. 2017. № 2 (89). С. 138-142.

61. Блог науковців Web Development. URL: <https://medium.freecodecamp.org/@MichaelLoscalzo> (дата звернення 10.12.18).