

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Комп'ютерних наук _____
(повна назва)

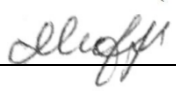
Кафедра _____ Медіасистем та технологій _____
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____

_____ Дослідження видів тестування інтерфейсів веб-сайтів _____
(тема)

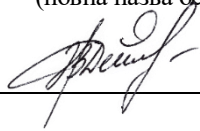
Виконала:
здобувач 2 року навчання,
групи ТЕМВм-23-1

_____  Менделєва М.В.
(прізвище, ініціали)

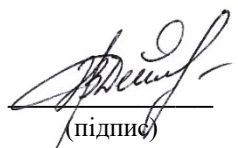
Спеціальність _____ 186 Видавництво та поліграфія _____
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми _____ освітньо-професійна _____

Освітня програма
_____ Технології електронних мультимедійних видань _____
(повна назва освітньої програми)

Керівник _____  проф. Дейнеко Ж.В.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту
Зав. кафедри МСТ

_____  Дейнеко Ж.В.
(прізвище, ініціали)

2025 р.

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)

« 18 » листопада 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

здобувачеві _____ Менделєвій Марії Василівні _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ Дослідження видів тестування інтерфейсів веб-сайтів _____

Затверджена наказом по університету від _____ 8 листопада 2024 р. 1191 Ст _____

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії _____ 15 січня 2025 р. _____

3. Вихідні дані до роботи

Методи юзабіліті та функціонального тестування; відгуки про проблеми цільової аудиторії при роботі з інтерфейсами популярних сайтів; Google Forms; сервіс генерації AI теплових карт Media Modifier Heat Map Generator

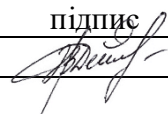
4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

Вступ; Постановка та аналіз проблеми дослідження; Дослідження методів тестування інтерфейсів сайтів; Експериментальна частина; Розробка методики тестування; Економічна частина; Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (п. 5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри)

Вступ; Аналіз літератури Постановка задачі дослідження; Дослідження юзабіліті методів тестування сайтів; Дослідження функціональних методів тестування сайтів; Формування гіпотези; Проведення експерименту; Формування методики тестування інтерфейсів сайтів; Економічна частина; Висновки.

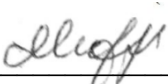
6. Консультанти розділів роботи (п. 6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п. 1)

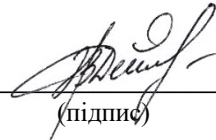
Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	проф. Дейнеко Ж.В.		10.01.2025
Економічна частина	ас. Помогалова Н.В.		04.01.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Постановка та аналіз проблеми дослідження, визначення цілей, задач, гіпотези	19 листопада 2024	виконано
2	Вивчення літератури	20 листопада 2024	виконано
3	Дослідження впливу різних типів інформації на запам'ятовування	27 листопада 2024	виконано
4	Вибір та обґрунтування методу вирішення проблеми	1 грудня 2024	виконано
5	Розробка методики вирішення проблеми	10 грудня 2024	виконано
6	Реалізація методики	11 грудня 2024	виконано
7	Обґрунтування вибору методу дослідження та критеріїв	19 грудня 2024	виконано
8	Експериментальна частина	25 грудня 2024	виконано
9	Економічна частина	30 грудня 2024	виконано
10	Оформлення пояснювальної записки	5 січня 2025	виконано
11	Оформлення графічної частини	9 січня 2025	виконано

Дата видачі завдання 18 листопада 2024 р.

Здобувач  (підпис) Менделєва М.В.

Керівник роботи  (підпис) проф. Дейнеко Ж.В.
(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи містить: 115 с., 31 табл., 36 рис., 40 джерел.

САЙТ, ІНТЕРФЕЙС, ЮЗАБІЛІТІ, ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ТЕСТУВАННЯ, ЕВРИСТИКИ, ЕКСПЕРТ, ОПИТУВАННЯ, ТЕСТУВАННЯ ПЕРЕХОДІВ СТАНІВ, ДЕФЕКТ, ЯКІСТЬ.

Тестування інтерфейсів веб-сайтів є доволі складним процесом через наявність великої кількості методів для перевірки сайтів. Тому для ефективної перевірки сайту в експлуатаційних умовах необхідно мати методику, яка забезпечить оцінку зручності використання та перевірку взаємодії інтерфейсу з серверною частиною сайту.

Метою дослідження є поліпшення процесу тестування інтерфейсів сайтів за допомогою методики, яка включає в себе поєднання методів юзабіліті та функціонального тестування.

Об'єктом дослідження є тестування інтерфейсів сайтів методами юзабіліті та функціонального тестування.

Предметом дослідження є комбінований підхід до тестування інтерфейсів веб-сайтів з використанням елементів юзабіліті та функціонального тестування.

В результаті виконання роботи та отриманих експериментальних даних була сформована методика тестування інтерфейсів веб-сайтів.

Отримані результати дослідження мають практичну значимість, сформована методика може бути використана з метою знаходження більшої кількості помилок на сайті в умовах експлуатації та формування рекомендацій щодо його поліпшення при обмежених ресурсах для тестування на проєкті.

ABSTRACT

The explanatory note to the qualification work contains: 115 p., 31 tab., 36 pic., 40 sources.

WEBSITE, INTERFACE, USABILITY, FUNCTIONAL TESTING, HEURISTICS, EXPERT, SURVEY, STATE TRANSITION TESTING, DEFECT, QUALITY.

Testing of website interfaces is a rather complex process due to the large number of methods available for checking websites. As a result, for effective website testing in production, it is necessary to have a methodology that can provide an assessment of usability and checks the interaction between the interface and the server-side of the website.

The aim of the study is to improve the website interface testing process by using a methodology that combines usability and functional testing methods.

The object of the research is the testing of website interfaces using usability and functional testing methods.

The subject of the research is the combined approach to testing website interfaces, including elements of usability and functional testing.

As a result of the work and the obtained experimental data, a methodology for testing website interfaces has been developed.

The results of the research have practical significance, as the developed methodology can be used to identify a larger number of errors on a website in production and to form recommendations for its improvement when testing resources are limited on a project.

ЗМІСТ

	С.
СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	8
ВСТУП.....	9
1 ПОСТАНОВКА ТА АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	10
1.1 Актуальність проблеми тестування інтерфейсів веб-сайтів.....	10
1.2 Проблематика	11
1.3 Аналіз місця тестування у процесі розробки веб-сайтів	14
1.4 Цільова аудиторія.....	16
1.5 Аналіз сучасних способів тестування інтерфейсів веб-сайтів	17
1.6 Постановка задач дослідження	23
2 ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТЕСТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСІВ САЙТІВ.....	25
2.1 Методи юзабіліті тестування	26
2.1.1 Евристичне тестування.....	26
2.1.2 Тестування на основі задач	29
2.1.3 Теплові карти	30
2.1.4 Метод експертних оцінок.....	31
2.2 Методи функціонального тестування.....	32
2.2.1 Тестування переходів станів	33
2.2.2 Позитивне та негативне тестування	34
2.2.3 Сценарне тестування	35
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	36
3.1 Планування експерименту.....	36
3.2 Реалізація експерименту	43
4 РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ТЕСТУВАННЯ.....	91
4.1 Аналіз результатів експерименту	91
4.2 Методика тестування інтерфейсів сайтів.....	97
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	100
5.1 Характеристика науково-дослідної роботи	100

5.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата.....	100
5.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР	104
5.4 Оцінка результатів науково-дослідної роботи	107
5.5 Визначення економічної ефективності результатів НДР.....	109
ВИСНОВКИ	110
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	112

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

UI – інтерфейс користувача.

UX – досвід користувача при взаємодії з програмним продуктом, що враховує зручність використання, доступність, легкість та ефективність використання, а також емоції користувача.

SDLC – життєвий цикл розробки програмного продукту.

QA – спеціаліст з якості програмного забезпечення, тестувальник.

AI – штучний інтелект.

API – набір правил та протоколів, що дозволяють взаємодіяти одному програмному забезпеченню з іншим програмним забезпеченням.

ВСТУП

Сучасні веб-сайти забезпечують використання зручних підходів для вирішення повсякденних задач за допомогою Інтернету, таких як здійснення покупок, перегляд інформації, тощо. При цьому якісно продуманий дизайн може створити захоплюючий досвід для відвідувачів та містити різноманітні інтерактивні елементи (послідовне завантаження зображень, анімація кольору, кнопок, заголовків, меню, використання відео та GIF, тощо).

Зовнішнє представлення таких інтерактивних об'єктів та керування ними є надзвичайно важливим, адже за допомогою них користувач і досягає своїх цілей.

У UX дизайні витрачається багато часу і зусиль, щоб отримати продукт легкий для вивчення. Але зараз ми спостерігаємо тенденцію до приділення уваги простоті використання, через те, що об'єм та складність інформації наданої користувачу веб-сайтів збільшуються та відповідно зростає інформаційне навантаження (напр., сайти електронної комерції (e-commerce), сайти для подорожей та освітні сайти, тощо).

З іншого боку, для отримання будь-якого якісного продукту (веб-сайт, мобільний додаток, тощо) необхідно проводити його тестування. Одним із найпоширеніших видів тестування є функціональне тестування. Воно перевіряє, що програмний продукт відповідає бізнес-вимогам (продукт виконує свої основні функції правильно).

Метою дослідження є поліпшення процесу тестування інтерфейсів сайтів, за допомогою методики тестування, яка включає в себе поєднання методів юзабіліті та функціонального тестування.

Результатом роботи є розроблена методика тестування інтерфейсів сайтів, що використовує комбінацію найбільш підходящих методів юзабіліті та функціонального тестування, які можна використати для перевірки та оцінки вже інтерфейсів веб-сайтів в експлуатаційних умовах.

1 ПОСТАНОВКА ТА АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Актуальність проблеми тестування інтерфейсів веб-сайтів

Для користувача важливим є те, що він зможе вирішити свою задачу за допомогою веб-сайта (покупка товару онлайн, перегляд електронних мережових видань, тощо).

Статистичні дані показують, що одними з найбільш відвідуваних типів веб-сайтів у світі на 2024 рік є сайти електронної комерції (e-commerce) та науково-освітні веб-сайти [1]. Перші завоювали популярність завдяки зручному підходу у здійсненні споживчих покупок за допомогою мережі Інтернет, а другі - завдяки надання великої кількості інформації про експерименти та нові відкриття, надання корисної та важливої інформації для студентів, тощо.

При цьому помилки, які знаходять у вже існуючих веб-сайтах можуть справити негативне враження на користувача, відштовхнути його від подальшого користування веб-сайтом, а в деяких виняткових випадках – навіть коштувати репутації власникам [2]. За статистичними даними 67% відвідувачів називають неприємні враження причиною залишення веб-сайта, крім того близько 94% початкових вражень користувачів про веб-сайт напряду залежать від сприйняття його дизайну [3].

Для отримання якісного веб-сайта, що задовольняє основним вимогам користувача, необхідно проводити його тестування. З одного боку, юзабіліті тестування представляє собою процес оцінки та забезпечення зручності використання веб-сайта для користувача цифрового інтерфейсу. З іншого боку, функціональне тестування перевіряє, що продукт виконує свої основні функції правильно і містить безліч методів для перевірки цього. Як показує практичний досвід, проведення тільки одного виду тестування із наведених вище не дає гарантію, що користувач успішно завершить своє завдання, адже

жоден із підходів не надає 100% гарантію, що усі помилки знайдені. Адже відповідно до принципів тестування в ISTQB Certified Testers схеми, тестування може показати, що дефекти присутні, але не може довести, що дефектів в системі немає [4].

Тому, на даний час дана тема є актуальною, адже існує питання, як можна ефективно протестувати інтерфейс веб-сайта, щоб користувач був задоволений та основні його дії не викликали збоїв у веб-сайті. Крім того, немає готового підходу, що допоможе оцінити чи є потенційні проблеми в юзабіліті та основних виконуваних функціях веб-сайтів, що в свою чергу ускладнює тестування веб-сторінок.

1.2 Проблематика

Сучасні веб-сайти розвиваються в конкурентному середовищі і часто швидкість розробки стає найбільш пріоритетним фактором. При цьому на дизайн прототипів та тестування інтерфейсу сайту виділяється мало часу, внаслідок чого і виникають помилки, які можуть знизити бажання користувача використовувати веб-сайт. Більш того, коли тестування ігнорується в процесі розробки веб систем та створюється поспіх при випуску продукту, можливо ненавмисно понести приховані витрати. Наприклад, виправлення помилок після випуску продукту зазвичай обходиться дорожче, ніж їх усунення на ранній стадії розробки. Окрім цих прямих витрат також існують непрямі витрати, такі як час, витрачений на усунення проблем замість прогресу в нових проектах або оновленнях існуючих [5].

Крім того, часто ІТ-спеціалісти працюють з проектами, у яких метою роботи є покращення вже існуючого сайту, усунення його недоліків. Пристосовуючись до мінливих тенденцій і вимог ринку, клієнти часто прагнуть переглядати функції програмного забезпечення та вимоги на хвилі нових ідей. За даними опитувань близько 53,8% компаній з розробки

програмного забезпечення погодилися з тим, що адаптація та задоволення вимог клієнтів є найбільшою проблемою для команди ІТ-спеціалістів [6].

Добрий користувацький досвід та задоволення користувачів веб-сайтів тісно пов'язані з UX (user experience). У звіті Microsoft встановлено, що 56% споживачів припинили співпрацю з брендом через погане обслуговування клієнтів, яке включає цифрову взаємодію також і через веб-сайт [7].

Розглянемо найбільш типові фактори взаємодії користувачів із веб-сайтами, ігнорування яких може призвести до негативного користувацького досвіду та знизити лояльність користувачів до подальшого довгострокового використання веб-сайта [11].

1. Швидкість завантаження веб-сторінки.

Повільний час завантаження веб-сторінки дуже часто ігнорується з боку програмних менеджерів (program manager) та власників веб-сайтів. Але зазвичай користувачі не будуть чекати повільного завантаження сторінки. Дослідження Statista показало, що 53% користувачів мобільних пристроїв залишають сайт, якщо він завантажується більше трьох секунд [8].

2. Зрозумілі та логічні user flows.

User flows (потоки користувача) – це графічне представлення послідовності кроків, які необхідно виконати користувачу для завершення своєї задачі, використовуючи інтерфейс програмного продукту. Якщо user flow веб-сайта є складним та заплутаним, то підвищується імовірність помилок з боку користувача, адже йому складно зосередитися на основних завданнях, зрозуміти що є головним на веб-сайті.

3. Проста інформаційна архітектура.

Інформаційна архітектура повинна зробити інформацію доступною для пошуку та зрозумілою на сайті. Часто дизайнерам не достань лише логічно впорядкування інформації. Поява хаотичного, складного налаштування вмісту веб-сторінки може викликати в користувачів затримки в прийнятті рішення, тому що потрібно більше часу на обдумування запропонованих даних та навіть може виникнути потреба в допомозі при пошуку потрібної інформації.

4. Дизайн цільової сторінки (landing page).

Істотними недоліками дизайну цільової сторінки для користувача веб-сайта є незрозуміла навігація, складні блоки контенту, велика кількість рекламних пропозицій, які ускладнюють орієнтування користувача на веб-сторінці та погіршують його досвід. При цьому користувач може залишити веб-сайт так і не виконав запланованої дії. На доданок до вище наведеного, наявність на веб-сайті незручної кольорової палітри і тексту, що важко прочитати, може зробити сторінку візуально неприємною. Такі проблеми зменшують зосередженість уваги користувача, наштовхують на думку, що якість веб-сайта є низькою, а значить такому веб-ресурсу не можна довіряти.

5. Респонсивний дизайн на сторінках.

Респонсивний веб-дизайн – підхід до дизайну веб-сайта, який адаптується до потреб користувачів, зокрема до розмірів екрану пристрою, на якому вони переглядають веб-сайти в Інтернеті. За допомогою респонсивного дизайну стає можливим отримання однакового зовнішнього вигляду і зручності інтерфейсу веб-сторінки незалежно від пристрою користувача. Сучасний веб-сайт повинен бути респонсивним, щоб не виникало труднощів з елементами інтерфейсу, як дуже малі та непрацюючі кнопки, текст, що погано видно, тощо.

6. Гнучкість та ефективність використання веб-сайта.

Ефективний веб-сайт дозволяє швидко та легко знаходити інформацію на веб-сайті та вирішувати задачі. Наприклад, використання таких елементів як фільтри повинно сприяти прискоренню взаємодії користувача зі сторінками. Також якщо користувачу просто виконати певну дію, то він не буде відчувати інформаційної перевантаженості та витратити багато зусиль на розуміння певних дій, що призведе до зниження кількості помилок та підвищить ефективність його дій.

7. Свобода дій користувача.

Користувачі веб-сайтів досить часто виконують помилкові дії (додавання не тих товарів у кошик покупця, неправильне заповнення форми адреси доставки товару, використання неактивних промо кодів, використання

навігації таким чином, що неможливо повернутися на попередню сторінку). Тому в подібних випадках користувач повинен мати змогу повернутися на попередній крок та скорегувати свої дії без необхідності проходження усього повного процесу.

8. Робота з помилками.

Помилки, що виникають при виконанні дій користувача можуть призвести до втрати активних відвідувачів. Неправильне відображення даних, труднощі з веденням інформації призводять до відмови від користування сайтом. У випадку якщо веб-сайт має технічну службу підтримки, то на нього може збільшитися навантаження по роботі з проблемами користувачів та їх вирішенням.

1.3 Аналіз місця тестування у процесі розробки веб-сайтів

Життєвий цикл розробки програмного забезпечення (software development life cycle, SDLC) описує різноманітні дії, які необхідні для створення робочого програмного забезпечення. На сьогоднішній день життєвий цикл розробки веб-сайтів складається з наступних основних етапів [27]:

- збір вимог, їх аналіз та формування концепції сайта;
- проектування сайта, визначення його системної архітектури та дизайну;
- проектування графічного інтерфейсу;
- створення макетів сторінок;
- розробка функціональної частини веб-сайта;
- створення UI частини веб-сайта або інтеграція з системою управління вмістом (CMS);
- верстка;
- наповнення веб-сайта контентом;
- тестування та запуск сайта.

Фаза тестування може включати різноманітні види тестування, наприклад, тестування юзабіліті, функціональне тестування, безперервний моніторинг та регресійне тестування, тощо.

Помилки, знайдені в процесі тестування, виправляються командами розробки та дизайну для досягнення необхідного рівня якості та зручності користування веб-сайтом. Цей процес контролюється менеджером проекту (program manager) і досить часто різні спеціалісти працюють в тісному взаємозв'язку один з одним.

При цьому варто зауважити, що юзабіліті тестування може бути виконане і після запуску веб-сайта, в ітеративний спосіб, коли основні етапи юзабіліті процесу (рис. 1.1) повторюються знову.

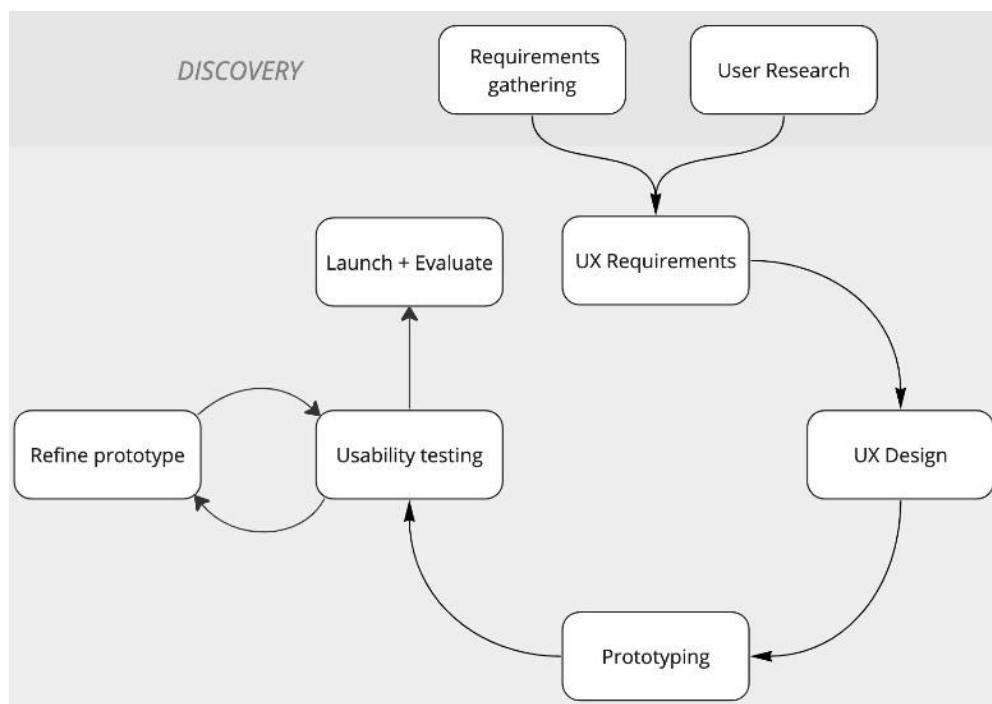


Рисунок 1.1 – Діаграма UX процесу

Як показав звіт "Future of User Research", організації використовують юзабіліті дослідження для прийняття рішень на всіх етапах життєвого циклу розробки продукту [9]. Приклад того, що точки для зростання та можливості для опрацювання продукту можуть бути знайдені і після запуску продукту, наведені на рис. 1.2.

Аналогічним чином, може бути виконане і функціональне тестування на готовому веб-сайті. Коли веб-сайт запущений, він знаходиться на етапі супроводу (maintenance phase), на якому слід проводити постійний моніторинг

і тестування сайту, щоб виявити будь-які проблеми або погіршення продуктивності, які виникли через деякий час.

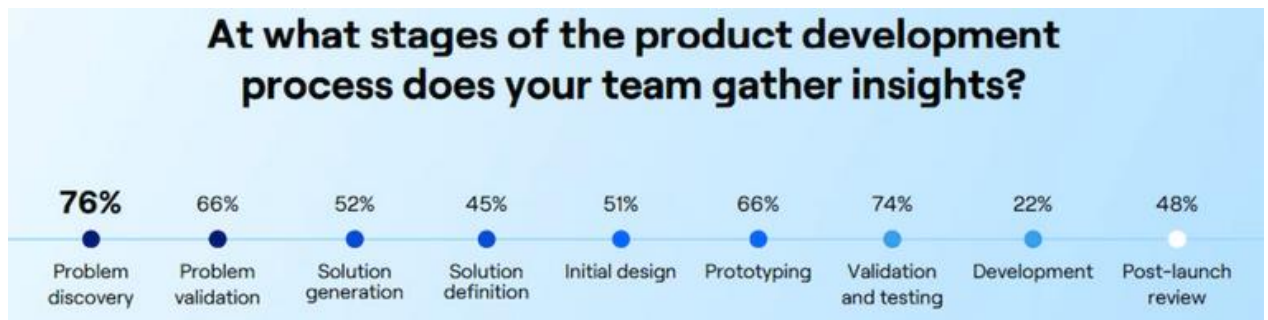


Рисунок 1.2 – Стадії розробки, на яких можна знайти можливості покращення в юзабіліті

Такий підхід дозволяє збирати та аналізувати відгуки користувачів, які можуть надати цінну інформацію для покращення веб-сайту з боку юзабіліті та функціональності. Також це сприяє більш швидкому вирішенню проблеми та гарантує, що остаточна версія задовольняє потребам користувачів, що є актуальним для задачі покращення готового веб-сайту.

1.4 Цільова аудиторія

Цільова аудиторія представляє собою групу людей, що можуть бути потенційними користувачами або зацікавленими сторонами у продукті, послугі, які мають спільні риси та схожі реакції. Розуміння цільової аудиторії допомагає створювати привабливі варіанти продукту.

Використання поєднання юзабіліті та функціонального підходів до тестування може бути корисним для такої цільової аудиторії як дизайнери веб-сайтів та розробники. Для спеціалістів початкового рівня і також для досвідчених професіоналів, користування такими техніками та підходами може допомогти з поліпшенням юзабіліті сайтів, знаходженням дефектів, що мають відношення до критичної функціональності веб-сторінок.

Іншими потенційними користувачами використання розробленої методики тестування інтерфейсів веб-сайтів можуть бути тестувальники програмного забезпечення (QA спеціалісти), які виконують перевірку якості веб-ресурсів та можуть приміняти методику для систематичного аналізу функціональності та найважливіших елементів зручності на популярних типах веб-сайтів (як освітні та e-commerce).

Також використання розробленої методики може підходити для маркетологів та менеджерів проекту, які хочуть дізнатися актуальний стан веб-сайта з точки зору ефективності, досвіду користувача та досягнення найважливіших бізнес задач сайту.

1.5 Аналіз сучасних способів тестування інтерфейсів веб-сайтів

Користувачі веб-сайтів здебільшого взаємодіють з бізнес-логікою сайта да базами даних через веб-сторінки, які мають дуже багато елементів і через це складний інтерфейс користувача. Часто користувачу надається кілька варіантів взаємодії з веб-сайтом одночасно (напр. навігація, використання фільтрів, промо-кодів, тощо), що призводить до появи різних шляхів тестування. Необхідно враховувати і те, що веб-сторінки повинні коректно відображатися на екранах різного розміру та на різних пристроях.

Архітектура веб-додатків також змінилася за останні роки. Тепер частіше зустрічаються односторінкові веб-додатки, а також з'явилися нові можливості для роботи таких додатків навіть в офлайн-режимі завдяки веб-сховищам у браузері. Кроссплатформні додатки [11] та прогресивні веб-додатки є ще одним відносно новим розвитком у галузі веб-додатків. Основними особливостями сучасних кроссплатформних додатків є те, що вони можуть працювати на різних операційних системах (Windows, macOS, Linux) та пристроях без необхідності вносити зміни в їх код для запуску на кожній з платформ. Такі веб-сайти можуть працювати у будь-якому сучасному веб-браузері (Google Chrome, Firefox, Safari, Edge та ін.), що забезпечує

кросплатформну сумісність. Також оновлення елементів інтерфейсу та даних на веб-сторінці при діях користувача виконується відразу.

Відповідно до Міжнародної організації з стандартизації ISO 9241-11:2018 [12] юзабіліті (зручність використання) визначається як «ступінь, до якого продукт може бути використаний визначеними користувачами для досягнення визначених цілей з ефективністю, результативністю та задоволенням у визначеному контексті використання».

При розробці веб-додатків у динамічному та конкурентному цифровому середовищі важливо розуміти життєву необхідність юзабіліті та дизайну, орієнтованого на користувача [13]. А навігація сайту та загальний досвід користувача впливають на ранжування сайту в пошукових системах як Google [14]. Позитивний досвід користувача сприяє зниженню рівня відмов і підвищенню залученості користувачів.

Юзабіліті тестування дозволяє виявити недоліки в дизайні та зручності користування, які могли бути пропущені. Найпоширенішими видами юзабіліті тестування є [15, 16, 28].

1. Якісне тестування.

Якісне юзабіліті тестування зосереджується на тому, що саме людині подобається або не подобається щось у продукті, чому їй здається щось легким або важким у використанні. Якісне тестування дозволяє глибше зануритися в потреби, очікування та суб'єктивний досвід користувачів щодо продукту. Якісне тестування зазвичай проводять на стадії розробки прототипів інтерфейсу до початку створення повноцінного продукту. Однак воно потребує значних затрат часу та людських ресурсів і може мати проблеми з суб'єктивністю оцінок.

2. Кількісне тестування.

Кількісне юзабіліті тестування фокусується на питанні наскільки щось подобається чи є легким при роботі з продуктом, з акцентом на конкретні цифри та статистику, такі як час, необхідний користувачеві для виконання певного завдання або натискання конкретної кнопки. Кількісне тестування дає

нам об'єктивні, вимірювальні дані, які легше аналізувати (результати юзабіліті опитувань у балах, теплові карти) [19].

3. Персональне юзабіліті тестування.

Тестування в особистому контакті відбувається в тій самій кімнаті, де користувач і дослідник знаходяться поряд. Такий тип тестування може бути більш затратним у часі та дорогим, але дозволяє оцінювати поведінку людей в реальному житті.

4. Видалене юзабіліті тестування.

Видалене тестування або тестування на відстані проводиться віртуально, зазвичай через Інтернет. Як результат, тестування може відбуватися будь-де, незважаючи на географічні межі, що економить час та гроші. Тестування на відстані може проводитися за допомогою відеоконференцій, спільного доступу до екрану та інструментів для віддаленої співпраці, що забезпечує гнучкість і дозволяє охопити ширшу аудиторію для збору відгуків користувачів.

5. Модероване тестування.

Модероване тестування імітує умови тестування в особистому контакті, тому дослідник може спілкуватися з учасником та спостерігати за його екраном через Інтернет, поки він проходить тест.

6. Немодероване тестування.

Немодероване тестування, з іншого боку, дозволяє користувачу проходити юзабіліті тест у зручний для нього час. Користувач виконує список завдань, а компанія отримує запис тесту по завершенню сесії. Це популярний формат, оскільки він вимагає найменше часу.

В останні роки набувають популярності такі підходи у юзабіліті тестуванні.

1. Мобільне юзабіліті тестування.

Оскільки мобільні пристрої домінують у цифровому середовищі, тестування зручності використання для мобільних пристроїв стало надзвичайно важливим. Техніки тестування зручності для мобільних пристроїв включають фіксацію взаємодій в реальному часі, вивчення

специфічної поведінки користувачів мобільних пристроїв і врахування таких факторів, як розмір екрана, жести для сенсорного управління та можливості пристрою (використання пам'яті смартфона при завантаженні веб-сайта) [17].

2. Використання штучного інтелекту (AI) та машинного навчання.

Сучасні інструменти та технології, засновані на штучному інтелекті, починають впроваджуватися в тестування юзабіліті. Це включає автоматичне виявлення проблем на основі поведінки користувачів (наприклад, за допомогою теплових карт), аналіз даних про користувацькі сесії та навіть прогнозування точок відмов у інтерфейсах, наприклад за допомогою Google Analytics [18]. Основною проблемою для використання AI в юзабіліті тестування є необхідність доступу до коду веб-сайта, а також наявність великої кількості користувачів для отримання точних результатів.

3. Використання веб аналітики.

Веб-аналітика - це збір даних про реальне використання веб-сайта, що є унікальним джерелом інформації для експертів з юзабіліті, допомагаючи виявляти та діагностувати проблеми зручності використання, такі як невиконання користувачем цільової дії. Багато пакетів веб-аналітики дозволяють проводити A/B тестування - перевірити дві альтернативні версії сторінки та вибрати кращу з них [20].

Для оцінки юзабіліті можна використовувати метрики веб-аналітики, такі як кількість переглядів веб сторінки, середній час перебування на сайті, ключові слова, що використовувались при пошуку на веб-сайті [21].

Для підключення веб аналітики часто необхідний доступ до коду веб-сайта. Сучасна веб-аналітика потребує дотримання правил конфіденційності, тому при юзабіліті тестуванні необхідно отримати згоду учасників тестування на відстежування їх дій.

Функціональне тестування спрямоване на перевірку того, що веб-сайт або веб-застосунок працює відповідно до заданих вимог. У цьому випадку важливими є правильний відгук інтерфейсу на дії користувача, коректність відображення елементів інтерфейсу та взаємодія з сервером. Функціональне

тестування може виконуватися за допомогою засобів автоматизації з використанням популярних фреймворків типу Selenium, Playwright, Cypress, які дозволяють створювати автотести інтерфейсу веб-сайтів у реальному часі на різних браузерах та запускати автотести у спеціальному розгорнутому середовищі на виділених серверах (CI/CD пайплайни) [24]. Перевагою автотестів є їх швидкий запуск та виконання. Основним же недоліком автотестів є те, що вони потребують кваліфікованих спеціалістів для написання і підтримки, а також такі тести перестають коректно працювати при зміні локаторів веб елементів [23].

Для перевірки кросбраузерності використовуються популярні на даний час платні сервіси BrowserStack та SauceLabs, які дозволяють автоматизувати такі перевірки та встановити автоматичний запуск автотестів відразу на декількох платформах.

З появою динамічних веб-сторінок, на яких контент швидко та часто оновлюється, з'явилася необхідність приділяти увагу ситуаціям, у яких може виникнути умова гонки (race condition) або одночасне виконання асинхронних потоків. У випадку з JavaScript, це зазвичай стосується асинхронних операцій, таких як обробка подій, запити до сервера, таймери, тощо [24].

Виконання тестування переходів станів та складання моделей переходів стану для веб-сторінок може допомогти у знаходженні асинхронних помилок. Моделі навігації, зазвичай змодельовані як скінчені автомати станів, описують сторінки або частини веб-сторінок як стани або вершини, а посилання або дії Javascript як ребра між цими вершинами. Такі моделі легко проходити та тестувати.

За допомогою ручного функціонального тестування можна впевнитися, що всі елементи (кнопки, поля введення, меню та ін.) працюють як задумано, і взаємодія з сервером або API не викликає помилок. Ручне тестування займає більше часу для виконання великої кількості перевірок, але є більш економним з точки зору затрат на впровадження у процес розробки програмного забезпечення. Також мануальне тестування є ефективним для невеликих

проектів та проектів із обмеженим бюджетом. Мануальне тестування дозволяє швидше адаптуватися до змін у вимогах або нестандартних ситуаціях через швидку зміну тестових сценаріїв. Крім того, ручне тестування є ідеальним для перевірки UI/UX продукту, дозволяє оцінити візуальне оформлення, взаємодію з елементами інтерфейсу та досвід користувача.

Для знаходження критичних дефектів у програмному продукті якомога швидше використовують аналіз ризиків продукту [4, 25], при якому обирають необхідні види тестування, в залежності від вимог до продукту, та пріоритизують тестові сценарії, які необхідно виконати у першу чергу [26].

Для вибору найбільш пріоритетних сценаріїв ретельно вивчаються вимоги до програмного продукту та визначаються найкритичніші функції у продукті, важливі сценарії використання продукту користувачем (user flow) і функції, що є важливими для бізнес вимог. З точки зору юзабіліті тестування доцільним є визначення критичних сценаріїв використання та взаємодії користувача з продуктом. Такий підхід дозволяє знизити ризики продукту та підвищити його якість при обмежених часі та ресурсах (люди, обладнання, тощо) для проведення тестування, а також зосередитися на найбільш важливих функціях продукту з точки зору користувача, що сприяє ефективному виявленню помилок.

Аналіз розглянутих методів тестування показав, що з одного боку, для підвищення бажання відвідувачів користуватися веб-сайтом, сайт повинен відповідати вимогам юзабіліті, а значить необхідно проводити його юзабіліті тестування.

З іншого боку, юзабіліті тестування не перевіряє те, чи правильно працює функціональність сайту, чи є якість проблеми із завантаженням веб-сторінки та затримках у роботі інтерфейсу сайту. А так як більшість веб-сторінок передбачає взаємодію користувача із серверною частиною через API, то юзабіліті тестування не допоможе виявити ці проблеми (напр. неправильні відповіді від сервера, збої, тощо). Крім того, на реальних проєктах розробки веб-сайтів з Agile методологією розробки часто спостерігається ситуація, коли

дизайн та інтерфейс веб-сторінки є привабливим та був створений з урахуванням вимог юзабіліті, але постійні зміни у JavaScript коді веб-сторінок різними командами в умовах дуже обмеженого часу на розробку створюють функціональні помилки, які знижують довіру до цього веб-сайта (неможливо виконати коректний пошук на сайті, помилки з використанням знижок, фільтрами, тощо).

Тому для того, щоб виявити найбільш критичні помилки у інтерфейсі веб-сайта та його взаємодії з користувачем, доцільним буде скомбінувати методи юзабіліті тестування з методами функціонального тестування веб-сайта, наприклад проведення юзабіліті опитувань та тестування навігації, перевірку реагування інтерфейсу на дії користувача. Всі ці перевірки сприятимуть знаходженню більшої кількості точок для зростання та опрацювання веб-сайта, а відповідно і підвищать імовірність створення якісного продукту.

1.6 Постановка задач дослідження

Метою даного дослідження є вдосконалення процесу тестування інтерфейсів готових працюючих веб-сайтів, за допомогою методики тестування, яка включає в себе поєднання методів функціонального та юзабіліті тестування.

Для досягнення цієї мети необхідно виконати наступні задачі:

- аналіз сучасних способів тестування інтерфейсів веб-сайтів;
- дослідження методів юзабіліті тестування, що сприятимуть оцінці зручності використання готового веб-сайта;
- дослідження методів функціонального тестування, які можна застосувати для оцінки якості веб-сайта в умовах експлуатації;
- визначення тестових методів, які доцільно використовувати для тестування освітніх та e-commerce сайтів;
- розробка методу і складання плану проведення експерименту;

- проведення та обробка результатів експерименту;
- формування методики тестування інтерфейсу сайту.

Об'єктом дослідження є тестування інтерфейсів сайтів методами юзабіліті та функціонального тестування.

Предметом дослідження є комбінований підхід до тестування інтерфейсів веб-сайтів з використанням елементів юзабіліті та функціонального тестування.

У ході дослідження необхідно перевірити наступну гіпотезу: «використання методики тестування на основі комбінації методів юзабіліті та функціонального тестування інтерфейсів веб-сайтів дозволяє знайти більшу кількість помилок та згенерувати більшу кількість гіпотез про можливості доопрацювання та точки зростання для веб-сайта».

2 ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТЕСТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСІВ САЙТІВ

Методи тестування – це підходи та техніки, що використовуються для перевірки працездатності веб-сайтів. Використання таких методів дає гарантію якості веб-сайтів та їх відповідності основним вимогам.

Розподіл видів тестування на функціональний та нефункціональний ґрунтується на міжнародних стандартах, таких як ISO/IEC 25010, який визначає характеристики якості програмного забезпечення [30]. Цей стандарт ділить якості на функціональні та нефункціональні характеристики (рис. 2.1), де:

- функціональні характеристики включають в себе відповідність вимогам, коректність та інші аспекти, пов'язані з тим, які функції виконуватиме система;

- нефункціональні характеристики включають: продуктивність, надійність, зручність використання (юзабіліті), безпека тощо. Усі характеристики стосуються того, як саме система виконує свої функції.

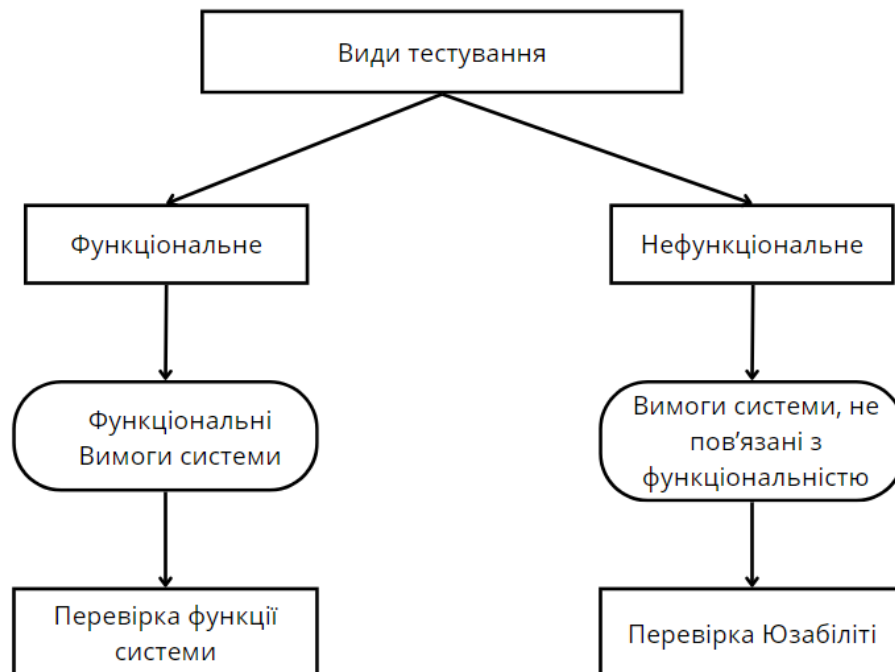


Рисунок 2.1 – Функціональне та нефункціональне види тестування

2.1 Методи юзабіліті тестування

Тестування юзабіліті – це процес оцінки та забезпечення зручності використання, доступності та загального досвіду користувача цифрового інтерфейсу. Дуже важливо виявити та виправити проблеми, які можуть вплинути на задоволеність і залученість користувачів при використанні додатка. Можна виділити ряд найбільш поширених методів оцінки якості користувацького інтерфейсу, які доцільно застосувати для готового працюючого веб-сайта [29, 39] (рис 2.2).

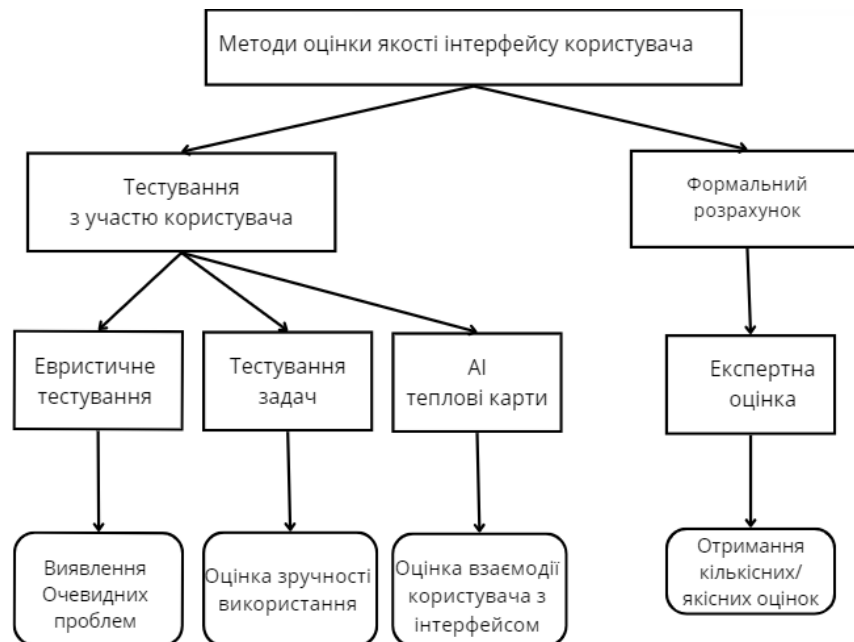


Рисунок 2.2 – Методи оцінки якості інтерфейсу готового веб-сайта

2.1.1 Евристичне тестування

Евристичне тестування – це метод оцінки інтерфейсу користувача та функціональності веб-сайта, заснований на досвідчених знаннях і правилах.

Таким чином, при евристичному юзабіліті тестуванні виконуються:

- підготовка, при якій виявляється основна мета тестування, проходить збір інформації про цільову аудиторію веб сайта та її потреби, виконується швидке знайомство з веб-сайтом та його функціоналом;

- вибір евристик для тестування та критеріїв оцінки сайта;
- проведення тестування, що включає в себе аналіз інтерфейсу веб-сайта з використанням обраних евристик, а також створення тестових сценаріїв;
- запис отриманих результатів та їх аналіз;
- розробка рекомендацій по вдосконаленню інтерфейсу.

До складу учасників евристичного юзабіліті тестування входять експерти по юзабіліті або UX дизайнери, які застосовують евристики з метою знаходження проблем в інтерфейсі продукту. Зазвичай для проведення евристичного тестування достатньо 2-5 експертів.

Метою проведення евристичного тестування є оцінка інтерфейсу з точки зору юзабіліті, виявлення проблем та областей для покращення використовуючи прийняті евристики. Евристичне тестування фокусується на виявленні очевидних проблем та недоліків, використовуючи систематичний підхід. Проте оцінка проводиться експертами, які можуть не відображати справжні думки та переваги кінцевих користувачів.

Для проведення евристичного тестування найбільш частіше використовують евристики Нільсена [31], які є простими та доступними, що дозволяють застосовувати евристики не лише UX спеціалістам, а і звичайним користувачам. Евристики Нільсена можуть бути використані для оцінки різних типів інтерфейсів (від веб сайтів до мобільних застосунків та інших типів програмного забезпечення).

Розглянемо евристики юзабіліті Я. Нільсена які є надійною основою для оцінки інтерфейсів.

1. Видимість статусу системи – користувачі повинні бути в курсі того, що відбувається з системою, через зрозумілі повідомлення та ідентифікатори. Дана евристика допомагає прискорити виконання завдань, сприяє більш легкому досягненню цілей користувача. Використання цієї евристики сприяє розумінню з якими труднощами стикаються користувачі, що допомагає підвищити ефективність їх роботи.

2. Співпадіння системи з реальним світом – інтерфейс повинен використовувати зрозумілі користувачам мову та концепції, а не технічні терміни.

3. Контроль користувача та свобода – користувач веб-сайта повинен мати можливість легко відмінити та повторювати дії для того, щоб уникнути помилок і не проходити весь повний процес в програмі.

4. Консистентність та стандарти – елементи інтерфейсу повинні слідувати загальноприйнятим патернам та стандартам, щоб користувач інтуїтивно розумів, як використовувати веб-сайт.

5. Обробка помилок – помилки повинні бути чітко визначені, а повідомлення про них необхідно робити зрозумілими.

6. Спрощення та мінімізація інформації – інформація на веб-сайті не повинна бути надлишковою, бажано залишити лише те, що необхідно для виконання завдань.

7. Гнучкість та ефективність використання – інтерфейс повинен підтримувати як досвідчених користувачів, так і новачків. Ефективна система повинна дозволяти користувачу швидко знаходити необхідну інформацію.

8. Естетика та мінімалізм – дизайн не повинен бути перенавантаженим, він зосереджується на головних та релевантних для користувача речах.

9. Допомога користувачу – при необхідності користувачу надається допомога та документація, для пристосування до інтерфейсу.

10. Стислість та точність повідомлень – повідомлення повинні бути чітко визначати проблему, написані зрозумілою мовою, і при необхідності пропонувати рішення.

На основі проведеного евристичного тестування формується звіт зі списком виявлених проблем.

Перевагою евристичного тестування є те, що воно є досить швидким і не дуже ресурсозатратним, у порівнянні з юзабіліті тестуванням користувачів. Експерти можуть виявляти не очевидні проблеми з боку дизайну, які не помітить звичайний користувач.

Проте найголовнішим недоліком евристичного тестування є суб'єктивність результатів, а саме те, що оцінка евристик залежить від досвіду та думок експертів і може призвести до різної оцінки одного інтерфейсу. Крім того, для отримання точних оцінок бажано знайти кваліфікованих експертів з дизайну та юзабіліті.

2.1.2 Тестування на основі задач

Юзабіліті тестування на основі задач (task-based usability testing) спрямовано на оцінку зручності використання продукту чи системи в контексті виконання конкретних завдань користувачами. До основних цілей юзабіліті тестування задач можна віднести:

- оцінку зручності використання, при якій визначається наскільки легко користувачам виконувати завдання;
- виявлення проблем, які заважають користувачам виконувати дії;
- оптимізацію інтерфейсу, а саме збір даних, які дозволять покращити дизайн та функціональність інтерфейсу.

Перед проведенням юзабіліті тестування задач визначається мета тестування (що буде перевірятися). Далі складається список тестових задач, які необхідно виконати, щоб впевнитися в зручній роботі системи.

Для проведення юзабіліті тестування задач доцільно залучити кількість учасників від 6-ти та більше. При цьому учасниками можуть бути користувачі різного віку, з відмінним досвідом використання Інтернету (новачок, звичайний користувач, впевнений користувач та ін.).

Далі учасники юзабіліті тестування на основі задач виконують конкретні задачі та проводять оцінку наскільки їм було зручно виконувати ці завдання. Потім на основі проведеного тестування формується звіт зі знайденими недоліками.

Перевагами юзабіліті тестування задач є отримання об'єктивної оцінки того, наскільки продукт є легким та зручним у використанні для реальних

користувачів. Юзабіліті тестування задач допомагає отримати відгуки, які зможуть допомогти у покращенні інтерфейсу, щоб він краще відповідав цільовій аудиторії. Деякі проблеми можливо знайти лише при юзабіліті тестуванні задач користувачами, на відміну від евристичного тестування або експертній оцінці (напр. неінтуїтивна поведінка інтерфейсу).

Основними труднощами для виконання юзабіліті тестування задач є знаходження учасників тестування та його проведення, що може зайняти багато часу. Також юзабіліті тестування задач зазвичай обмежене певними сценаріями до виконання і не охоплює усі шляхи використання інтерфейсу. Тому потрібно визначити пріоритети у тестуванні з самого початку. Якщо ж буде отримано велику кількість відповідей, то потрібно буде витратити час на аналіз відповідей респондентів та правильно аналізувати контекст знайдених помилок.

2.1.3 Теплові карти

Теплові карти (heat maps) використовуються при юзабіліті тестуванні для аналізу використання веб-сайта користувачами. Це візуальний інструмент, який за допомогою колірної палітри показує, в яких зонах сайту зосереджено найбільша увага відвідувачів і їх основна активність [16].

Теплові карти використовують наступну шкалу: теплі тони показують місця, до яких користувачі виявляють найбільшу зацікавленість, холодні кольори – місця, з найменшим зосередженням уваги (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Приклад шкали зосередження уваги на тепловій карті в залежності від кольору

Аналізуючи виділені кольорові області теплових карт можна розробити припущення як домогтися покращення навігації та розміщенні елементів, щоб вони були більш зручними у використанні. Також дані з теплових карт можуть бути використані для аргументації змін у дизайні перед керівництвом проекту.

Для юзабіліті тестування можна використовувати:

- клік карти, на яких показано в якому місці найчастіше клікають користувачі;
- скрол карти, що відображають наскільки далеко користувачі прокручують теплову карту;
- карти руху миші (mouse movement) – відстежують переміщення курсору миші.

Сам процес створення теплових карт може бути автоматизований за допомогою штучного інтелекту (AI). Але аналіз таких теплових карт можна віднести до методів юзабіліті тестування з участю користувача, через те, що аналіз AI карт часто включає інтерпретацію даних, заснованих на поведінці користувача.

Теплові карти є одним із основних інструментів юзабіліті, який дозволяє візуалізувати дані про поведінку користувачів на сторінці та приймати рішення по вдосконаленні досвіду користувача. Перевагами використання теплових карт з використанням AI є швидкість обробки різних типів даних (аналіз кліків та скролігу, аналіз руху очей), також AI алгоритми можуть виявляти позитивні та негативні патерни в поведінці користувачів.

Але для отримання точних результатів теплових карт з AI необхідні великі об'єми даних, які важко отримати на ранніх стадіях розробки та з невеликим числом користувачів, крім того необхідний доступ до коду веб-сайта.

2.1.4 Метод експертних оцінок

Метод експертних оцінок – процес аналізу експертами і аргументації, формування кількісних оцінок, обробка оцінок формальними методами [32].

Метод експертних оцінок включає три складові.

1. Інтуїтивно-логічний аналіз задачі. Будується на логічному мисленні та інтуїції експертів, заснованих на їх знанні і досвіді.

2. Рішення та видача кількісних або якісних оцінок. Ця процедура є завершальною частиною роботи експерта. Він формує рішення у даній проблемі і дає оцінку очікуваних результатів.

3. Обробка результатів рішення. Отримані від експертів оцінки повинні бути оброблені з метою отримання підсумкової оцінки проблеми.

Для проведення оцінювання з застосуванням методу експертних оцінок залучається група експертів. Експерти складають критерії для оцінки системи і дають оцінку системі та продуктам-аналогам за ними. При цьому важливо, щоб оцінки експертів були узгоджені. В результаті отримуємо рішення який продукт або критерій є кращим, спираючись на кількісні або якісні оцінки.

Перевагою використання методу експертних оцінок є його швидкість на надійність отриманих результатів. Однак оцінка експертів може бути суб'єктивною, адже вона залежить від рівня знань та досвіду експертів.

2.2 Методи функціонального тестування

Для отримання будь-якого якісного продукту необхідно проводити його тестування. Одним із найпоширеніших видів тестування є функціональне тестування. Воно перевіряє, що програмний продукт виконує свої основні функції правильно [35] (рис. 2.3).

Функціональне тестування включає в себе тестування чорної скриньки (black-box testing), що найменше зосереджено на програмному коді додатку.

Функціональне тестування допомагає мінімізувати кілька ключових ризиків, пов'язаних із розробкою та впровадженням програмних продуктів, а саме уникнути ситуацій, коли продукт не виконує своїх функцій та виявити помилки та дефекти на ранніх стадіях розробки і знизити ймовірність їх появи в кінцевій версії продукту, що зменшує витрати на виправлення.

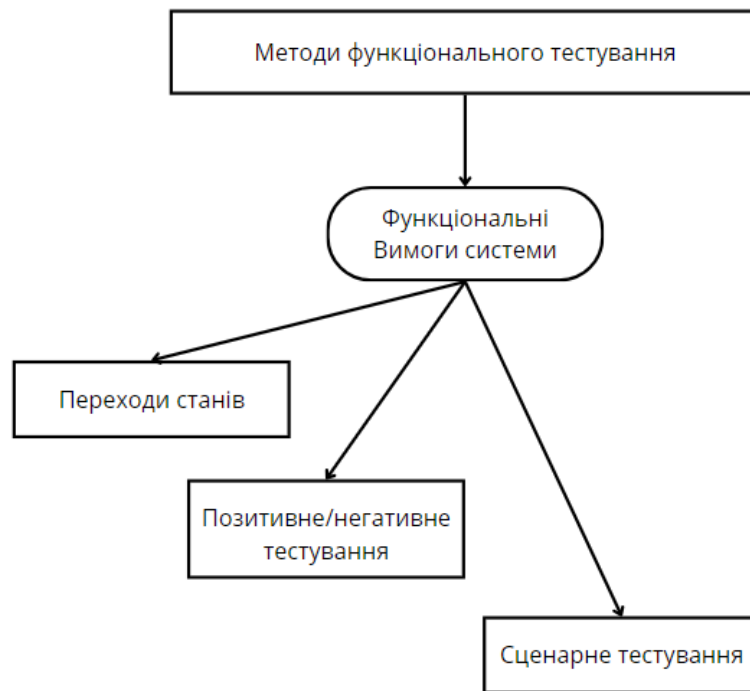


Рисунок 2.4 – Методи функціонального тестування для готового веб-сайта

Однією із переваг функціонального тестування те, що воно може бути виконане швидше, ніж юзабіліті тестування, у випадку, якщо воно орієнтоване на перевірку базових функцій системи.

Проте на відміну від юзабіліті тестування, функціональне тестування може не виявити проблем із зручністю використання, навіть якщо функції системи працюють коректно.

2.2.1 Тестування переходів станів

Техніка тестування переходів станів (state transition testing), перевіряє те, як система реагує на різні вхідні дані та зміни стану. Для використання такої техніки спочатку необхідно визначити основні стани системи. Потім необхідно визначити основні найважливіші переходи між станами та створити матрицю переходів [38].

Далі складаються тестові сценарії у табличній формі або у вигляді речень та проводиться сама процедура тестування переходів станів. Під час тестування перевіряється, що перехід відбувається без помилок, на цільовій

сторінці відображається необхідна інформація та всі елементи системи працюють коректно. Якщо актуальна поведінка співпадає з очікуваною, то тест сценарій помічається як «PASS», в інакшому випадку – «FAIL». Останнім кроком формується звіт зі списком знайдених дефектів.

Тестування переходів станів дозволяє виявити не лише помилки навігації, але й різноманітні переходи між сторінками з використанням інтерактивних елементів та JavaScript, а також те, що дані після дій користувача були правильно оновлені. Проте для складних веб-сайтів перевірити усі способи переходів станів є дуже складною та ресурсозатратною задачею. Тому важливо виділити пріоритетні сценарії станів для перевірок.

2.2.2 Позитивне та негативне тестування

Позитивне і негативне функціональне тестування – це два підходи до перевірки функціональності програмного забезпечення, що спрямовані на оцінку його поведінки в різних умовах.

Позитивне тестування направлено на перевірку того, як система виконує задані функції при коректних вхідних даних. Метою такого тестування є перевірка того, що програмне забезпечення працює так, як задумано і відповідає вимогам.

Негативне тестування фокусується на перевірці того, як система реагує на некоректні вхідні дані. Метою такого тестування є виявлення помилок, які можуть виникнути в разі неправильного використання системи.

Далі необхідно скласти тестові сценарії у табличній формі або у вигляді речень та провести тестування системи. Наприкінці формується звіт зі списком виявлених проблем під час тестування.

Важливою особливістю для цих видів тестування є їх сумісне використання для забезпечення вимог до якості, а також для підвищення надійності і безпеки використання програмного продукту. Такий підхід сприяє кращій оцінці продукту та підвищує можливість його успішного використання.

2.2.3 Сценарне тестування

Техніка сценарного тестування (Scenario-based Testing) включає в себе створення сценаріїв, які відображають реальні задачі користувачів. Такі тестові сценарії можуть бути більш гнучкими і охоплювати не тільки основні шляхи (як в use cases), але і виняткові сценарії.

Сценарії можуть бути адаптовані для тестування різних функцій або аспектів системи, що робить підхід універсальним.

Цей метод тестування допомагає знайти проблеми, які можуть виникнути в процесі використання, і оцінити зручність інтерфейсу. Після проведеного тестування формується звіт із знайденими помилками.

Метод сценарного тестування добре підходить для перевірки бізнес-вимог через розуміння потреб користувача та перевірки користувацьких шляхів використання сайту. Але основним недоліком даного методу є те, що при сценарному тестуванні важко охопити усі можливі сценарії використання веб-сторінок. Для ефективної роботи з даним методом потрібен досвідчений тестувальник, який складе оптимальний сценарій тестування і мінімізує пропущення перевірок важливих функцій системи.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Планування експерименту

Виходячи з описаних вище методів тестування інтерфейсів веб-сайтів, ми будемо проводити експеримент наступним чином:

- здійснити пошук учасників тестування (експерти та користувачі);
- розробити набір тестів (юзабіліті та функціональних);
- виконати евристичне тестування сайтів;
- виконати юзабіліті тестування задач;
- провести аналіз АІ теплових карт для сайтів;
- виконати тестування переходів станів;
- виконати позитивне та негативне тестування;
- виконати сценарне тестування;
- задокументувати результати тестування;
- виконати аналіз знайдених помилок та зробити рекомендації щодо покращення якості сайтів;

Для проведення експерименту необхідно визначитися з основними задачами користувачів, адже метою тестування є ефективне тестування інтерфейсу веб-сайта. При цьому, за принципом урахування пріоритетів тестування, для кожного з веб-сайтів аналізуються найтипівіші дії користувачів (задачі) із основними функціями веб-сайтів. Задачі повинні бути реальними для користувачів та часто вживаними.

1. При евристичному тестуванні метою перевірки є знаходження потенційних проблем з юзабіліті веб-сайтів. Основною його особливістю є швидкий аналіз інтерфейсу на наявність проблем у зручності його використання.

На основі аналізу ключових функцій сайта складається набір евристик, які будуть загальними для перевірки різних функцій веб-сайтів з точки зору юзабіліті.

Вибір евристик, що є спільними для веб-сайтів, здійснюється з використанням методу експертних оцінок та оцінки узгодженості думок експертів. Найважливіші критерії з високим ступенем важливості будуть обрані в якості евристик для тестування.

Кількість експертів для евристичного тестування можна обмежити 5-7 особами, які зможуть знайти близько 80% проблем [33]. Експерти повинні мати базові знання про юзабіліті, дизайн інтерфейсів та користувацький досвід.

Потім після вибору евристик створюється набір тестових питань (анкетування). Тестові питання повинні покривати евристики та спиратися на ключові функції сайтів. Для полегшення роботи експертів перед тестовими питаннями додається опис задачі у вигляді послідовності кроків, необхідних для перевірки евристики. Для розробки тестових питань можна скористатися досвідом роботи експертів із даним веб-сайтом та схожими з ним. Отриманий набір питань мінімізується та обираються найважливіші.

Додатково враховуються наступні кількісні метрики юзабіліті:

- час виконання задачі (у середньому);
- кількість помилок при використанні функції;
- кількість успішно завершених завдань у ході тестування.

Для кожного з веб-сайтів створені тестові питання та опис ключових задач по кожній з обраних евристик об'єднують у групу тестових сценаріїв і потім вони додаються до форми питань з використанням сервісу Google Forms для зручного збору та аналізу відповідей експертів. Після створення форми евристичного тестування виконується тестування усіма експертами.

При створенні питань для евристичного тестування та юзабіліті тестування задач були використані питання закритого типу з застосуванням:

- рейтингової шкали оцінювання, як шкала Лікерта, що показує ступінь згоди респондента з твердженням у балах від 1 до 5 (де 1 – найнижчий бал, 5 – найвищий бал), також кожному балу ставиться у відповідність лінгвістична оцінка (напр., від «Складно» до «Легко» та інші);
- питань з множинним вибором («Що ви б хотіли покращити на сайті?»);

– питань з одним вибором («Чи стикалися ви з помилками при використанні сайта?»).

Відкриті питання були пов'язані з думкою експертів про те, що конкретно можливо покращити на веб-сайті.

Перед початком проведення юзабіліті тестування учасники надають інформацію на якому пристрої вони будуть проводити тестування (смартфон, ноутбук, комп'ютер, планшет).

Після виконання тестових завдань та надання відповідей на питання виконується аналіз результатів опитування та складається звіт із знайденими помилками. В результаті даного етапу будуть отримані висновки про рівень потенційних проблем із юзабіліті на веб-сайтах. Вони будуть враховувати такі показники як кількість знайдених помилок, середній час виконання задачі, задоволеність дизайном сайту згідно анкети.

Всі знайдені проблеми документуються та їм присвоюється пріоритет. Для оцінки пріоритетів можна використати наступну шкалу критичності проблем юзабіліті:

- 5 балів – дуже критична проблема, що повністю блокує використання сайту;
- 4 бали – висока критичність, проблема суттєво заважає виконанню задачі, бажано виправити якомога скоріше;
- 3 бали – середня критичність, проблема негативно впливає на досвід користувача, але не впливає на виконання задачі;
- 2 бали – низька критичність, проблема погіршує сприйняття інтерфейсу, але не потребує негайного втручання;
- 1 бал -дуже низька критичність, проблема пов'язана з дуже незначним дискомфортом (напр. текстова помилка).

Експерти з евристичного тестування також можуть надавати рекомендації щодо покращення юзабіліті веб-сайтів.

2. Для проведення юзабіліті тестування задач необхідно залучити реальних користувачів і провести серед них опитування або анкетування. Для

уточнення мінімальної кількості опитуваних необхідно розрахувати репрезентативність вибірки.

Вибірка або вибіркова сукупність представляє собою частину генеральної сукупності елементів, що приймають участь в експерименті [40]. До даної вибірки ставиться вимога репрезентативності, тобто результати, отримані для частини генеральної сукупності можна застосовувати до всієї сукупності. Репрезентативність вибірки підтверджується статистичними розрахунками. Для оцінки необхідного розмаху репрезентативної вибірки n застосовується формула:

$$n = \frac{s^2 Z_{\alpha}^2 N}{\Delta^2 N + s^2 Z_{\alpha}^2} = \frac{pq Z_{\alpha}^2 N}{\Delta^2 N + pq Z_{\alpha}^2}, \quad (3.1)$$

де N – обсяг генеральної сукупності;

Δ – помилка вибірки або розбіжність між характеристиками вибірки і генеральної сукупності. Помилка вибірки задається дослідником і як правило, не рекомендується приймати похибку вибірки вище 0,05 або 5%;

Z – коефіцієнт, що залежить від вибраного дослідником довірчого рівня. Для юзабіліті тестування у більшості випадків використовується рівень довіри 95%, так як основна мета тестування – знайти основні проблеми і гіпотези до покращення в інтерфейсі. Для рівня довіри 95% відповідним є коефіцієнт $Z = 1,96$;

p – доля респондентів із наявністю досліджуваної ознаки. Якщо заздалегідь процент респондентів із обраною характеристикою невідомий, то зазвичай приймається найбільш імовірна доля $p = 0,5$ або 50%, так як вона дає максимально імовірну помилку і відповідно найбільш необхідну вибірку для заданого рівня довіри;

$q = (1-p)$ – представляє долю респондентів, у яких досліджувана ознака відсутня.

Отже, мінімальна кількість учасників юзабіліті тестування задач можна розрахувати за допомогою формули (3.1) вище.

Для отримання більш об'єктивних результатів анкетування рекомендується притримуватися деяких вимог до учасників юзабіліті тестування. Це повинні бути представники типових вікових груп популярних веб-сайтів. Також рекомендовано, щоб половина опитуваних була з досвідом використання аналогічних веб-сайтів та бажано, щоб була деяка кількість респондентів без досвіду використання таких сайтів. Рекомендується, щоб хоча б три чверті опитуваних були віку цільової аудиторії і приблизно одна четверта – поза межами цього віку. Також бажано, щоб респонденти проводили тестування на різних пристроях (смартфон, ноутбук, тощо) для покриття варіанту використання сайту на екранах з різним розміром.

При юзабіліті тестуванні задач, як і для евристичного тестування визначаються основні задачі (функції) сайтів для користувачів. Для задач складається набір питань, основною метою яких є отримання відповіді на питання чи зручно використовувати певну функцію на веб-сайті. Отриманий набір питань мінімізується та обираються найважливіші. Крім того, обираються шкали оцінювання для відповідей на питання, аналогічно до шкал наведених вище для евристичного тестування. Додатково враховуються кількісні метрики, аналогічні до наведених вище метрик евристичного тестування.

Сформовані питання додаються до форми питань Google Forms та надсилаються респондентам. Далі юзабіліті тестування задач виконується за участі необхідної кількості користувачів сайтів.

Отримані результати збираються та виконується їх аналіз, після чого складається звіт із знайденими помилками. Помилкам присвоюється критичність аналогічно до переліку критичності помилок для евристичного тестування наведеного вище.

Проведення юзабіліті тестування задач із різним віком та досвідом використання аналогічних сайтів допомагає зробити результати тестування репрезентативними та об'єктивними. А отримані відповіді від реальних користувачів надають цінні ідеї, що можуть допомогти зробити продукт більш зручним та доступним для усіх користувачів.

3. При аналізі теплових карт для кожного з веб-сайтів готуються скріншоти сторінок, на яких використовуються визначені критичні функції веб-сайтів. Далі скріншоти сторінок відправляються на обробку на сервіс генерації теплових карт з використанням штучного інтелекту (AI). Отримані результати теплових карт аналізуються та робиться висновок по прогнозованому рівню зосередженості основної уваги користувача на ключових функціях сайтів. Проводиться розробка рекомендацій для покращення елементів сайту з точки зору юзабіліті.

Варто зазначити, що на реальних ІТ проєктах можуть бути спеціальні внутрішні правила по використанню сторонніх сервісів та інструментів. Важливо перед використанням сервісів з генерації теплових карт перевірити політику конфіденційності сервісу щодо обробки зображень та бажано отримати підтвердження від менеджера проєкту на використання такого сервісу.

4. Для виконання тестування переходів станів спочатку визначаються ключові стани веб-сайта. Останні представляють собою критичні етапи на яких знаходиться користувач при використанні продукту. В контексті веб-сайтів у якості станів можна обрати ключові сторінки для користувача. Протестувати усі сторінки неможливо, тому необхідно скористатися принципом пріоритету тестування та обрати найголовніші.

Потім необхідно визначити основні найважливіші переходи між станами або дії, що викликають зміни у станах. Для веб-сторінок це можуть бути дії, за допомогою яких здійснюється перехід на іншу веб-сторінку (напр. клік за посиланням). Далі створюється матриця переходів, яка показує переходи між станами. Це допоможе візуалізувати можливі шляхи навігації на сайті.

На основі отриманої матриці переходів станів складаються тестові сценарії у табличній формі або у вигляді речень та проводиться тестування. Отримані результати аналізуються та документуються помилки. Помилкам присвоюється критичність аналогічно до переліку критичності помилок наведеного вище.

5. При проведенні позитивного та негативного тестування для кожного з веб-сайтів аналізуються найтипівіші дії користувачів із ключовими функціями сайтів. Складаються тестові сценарії, які включають позитивні та негативні сценарії використання функцій веб-сайта. Доцільним буде тестувати такі випадки тестування функцій сайтів, при виконанні яких можливі помилки. За результатами тестування складається звіт із знайденими помилками та відповідною їм критичністю, аналогічною до переліку критичності помилок, що наведений вище.

6. Перед виконанням сценарного тестування створюються тестові сценарії, які відображають реальні задачі користувачів. Для вибору сценаріїв краще обирати часто вживані сценарії використання ключових функцій на цільових сайтах або аналогічних їм.

Після вибору сценаріїв починається їх виконання тестувальником. Отримані результати аналізуються, а проблемам присвоюється критичність як наведено вище.

7. Після завершення виконання усіх тестових методів та завдань необхідно виконати аналіз результатів. Необхідно враховувати те, що одна і та ж сама проблема на веб-сайті може бути знайдена декількома тестовими методами одразу.

При виникненні такої ситуації для різних методів тестування, а саме функціональних та юзабіліті, це може свідчити про взаємозв'язок проблем з боку коректності роботи функцій сайта та зручності їх використання користувачами.

У випадку ж знаходження однієї і тієї ж помилки різними методами юзабіліті тестування може свідчити про проблема дійсно існує та може вплинути на користувачів.

Тому, якщо проблема повторюється у різнотипових методах тестування це явно вказує на дефект, що потребує уваги усієї команди розробки проєкту і має високу імовірність негативного впливу на якість продукту, а відповідно є важливим для виправлення.

Використовуючи результати аналізу знайдених помилок необхідно розробити рекомендації в яких випадках і яким способом доцільно комбінувати різні методи тестування для ефективного тестування проєктів. За допомогою отриманих результатів формується методика тестування сайтів та рекомендації щодо покращення зручності використання веб-сайтів передаються команді розробників веб-сайта та менеджеру проєкту.

3.2 Реалізація експерименту

Для проведення експерименту були обрані наступні веб-сайти:

– сайт №1 – «ХНУРЕ» (рис. 3.1);

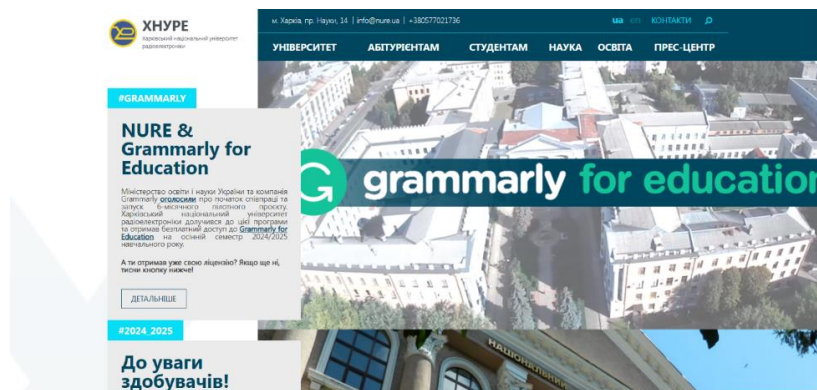


Рисунок 3.1 – Сайт №1 «ХНУРЕ»

– сайт №2 – «Dim Ria» (рис. 3.2);

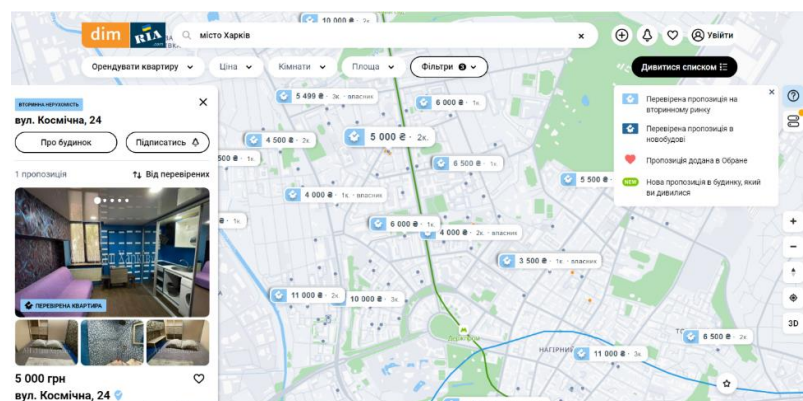


Рисунок 3.2 – Сайт №2 «Dim Ria»

– сайт №3 – «Drink Arizona» (рис. 3.3);

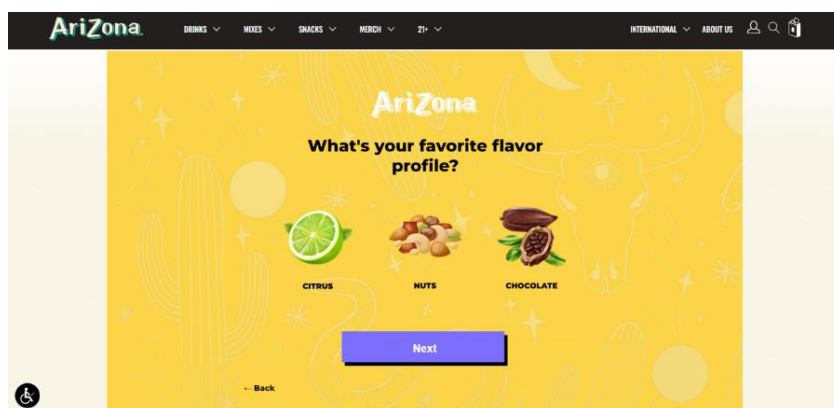


Рисунок 3.3 – Сайт №3 «Drink Arizona»

– сайт №4 – «MakeMyTrip» (рис. 3.4-3.5).

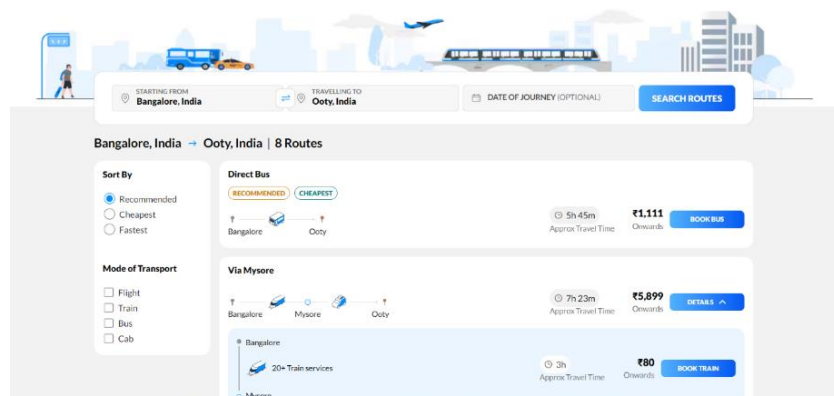


Рисунок 3.4 – Сайт №4 «MakeMyTrip» (маршрути)

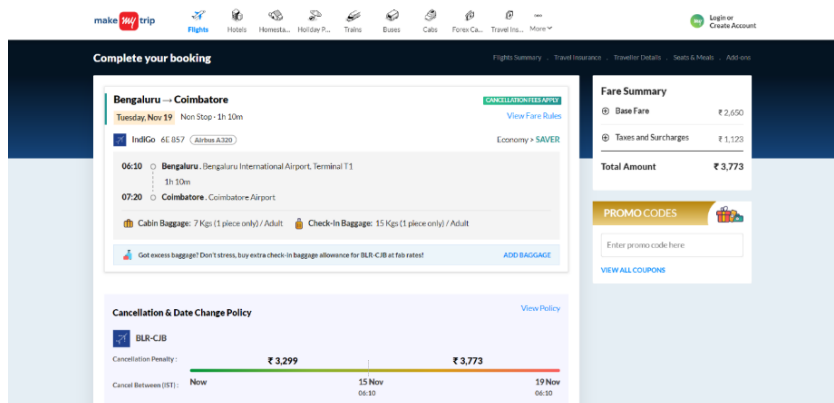


Рисунок 3.5 – Сайт №4 «MakeMyTrip» (купони)

Усі веб-сайти відносяться до категорій найбільш відвідуваних сайтів у світі, а саме освітні та електронна комерція (e-commerce).

Для сучасних користувачів сайтів є надзвичайно важливою зрозуміла навігація по ньому [34], а також можливість швидко знаходити і обирати необхідну інформацію, наприклад за допомогою фільтрів [35].

Крім того, статистичні дані свідчать про те, що для активної цільової аудиторії покупців на даний час є важливою можливість скористатися знижкою у вигляді промо коду на e-commerce сайті [36].

Також для цікавого користувацького досвіду інтерес представляє проходження інтерактивного квізу, в результаті якого користувач отримує рекомендацію по придбанню товарів [37].

Запропоновані вище методи тестування були використані при оцінці зручності користування та правильності роботи основних функцій наступних веб-сайтів.

1. Сайт №1 «ХНУРЕ» <https://nure.ua/> – освітній сайт навчального закладу ХНУРЕ. Основними функціями даного сайту є інформаційна та навігаційна, адже користувачі шукають на ньому необхідну інформацію. Основною аудиторією даного сайту є студенти (18-24 роки) та викладачі даного закладу, а також абітурієнти (молодше 18 років) та їх батьки (35-54 роки).

2. Сайт №2 «Dim Ria» <https://dom.ria.com/> – e-commerce сайт по оренді та продажу нерухомості. До складу основної цільової аудиторії даного сайту входять сім'ї, що шукають квартиру або будинок для тривалої оренди (35-54 роки) та студенти (18-24 роки) або фахівці, які шукають житло на тимчасовий період для особистих потреб (20-34 роки).

Основними функціями сайту є пошук нерухомості та використання фільтрів. Користувач вводить параметри пошуку як місто та тип нерухомості, а також може застосовувати фільтри для уточнення результатів (наприклад, за районами чи зручностями).

3. Сайт №3 «Drink Arizona» <https://drinkarizona.com/pages/coffee-quiz/> – сторінка сайту з продажу напоїв з інтерактивним квізом (вікториною), за

допомогою якого користувачу надаються рекомендації по вибору напою. До представників цільової аудиторії даного сайту відноситься молодь (18-30 років), яка цікавиться новими напоями, коктейлями та дорослі любителі напоїв (35-54 роки).

Основною функцією квізу є навігаційна та інформаційна. У більшості випадків квіз проходять для отримання рекомендації по напоям.

4. Сайт №4 «MakeMyTrip» <https://www.makemytrip.com/> –e-commerce сайт по підбору та продажу білетів для подорожей за різним типом транспорту та маршрутами в Індії. До представників цільової аудиторії даного сайту можна віднести мандрівників, що планують поїдку на відпочинок, сім'ї (35-54 роки) та студентів (18-24 роки).

Основною функцією сайту є пошук та порівняння квитків, використання промо кодів зі знижкою на сайті. Користувач може фільтрувати результати за ціною, часом у дорозі, тощо. Найчастіше користувач вводить пункт відправлення, пункт призначення та дати подорожі. Сайт відображає доступні варіанти з цінами, часом подорожі та іншими параметрами.

Передбачається, що основні користувачі усіх веб-сайтів мають досвід використання комп'ютеру або смартфона вище середнього і досить часто користуються інтернетом.

Для пошуку потенційних проблем з юзабіліті інтерфейсів сайтів за допомогою евристичного тестування спочатку необхідно скласти набір евристик, які будуть загальними для перевірки функцій таких як навігація, використання фільтрів, використання промо кодів на різних веб-сайтах. Для отримання цього набору евристик був використаний метод експертних оцінок. Виходячи із поставлених цілей та рівня складності сайтів, до тестування було залучено 6 експертів, серед яких були студенти 4-го та 6-го курсів спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія».

Було проведено оцінювання ступеню важливості критеріїв (евристик) по шкалі від 1 до 10 (де 10 – властивість проявлена максимально, 1 – властивість відсутня) (табл.3.1).

Таблиця 3.1 – Оцінка ступеню важливості критеріїв експертами

Критерій	Оцінки експертів за методом безпосереднього оцінювання						Строкова сума оцінок	Середня строкова	Відносні ваги альтернатив w	Середноквадр. т відхилення s	Коефіцієнт варіації V
	Ек. 1	Ек. 2	Ек. 3	Ек. 4	Ек. 5	Ек. 6					
Видимість статусу системи	10	8	7	10	10	9	54	9,00	0,11	0,47	0,05
Співпадіння системи з реальним світом	5	5	8	6	5	5	34	5,67	0,07	0,45	0,08
Контроль користувача та свобода	9	10	10	9	8	9	55	9,17	0,12	0,28	0,03
Консистентність та стандарти	6	5	7	8	6	5	37	6,17	0,08	0,44	0,07
Обробка помилок	8	9	8	9	8	9	51	8,50	0,11	0,20	0,02
Спрощення та мінімізація інформації	7	8	9	7	9	8	48	8,00	0,10	0,33	0,04
Гнучкість та ефективність використання	8	7	7	8	8	9	47	7,83	0,10	0,28	0,04
Естетика та мінімалізм	7	7	6	7	7	8	42	7,00	0,09	0,24	0,03
Допомога користувачу	5	5	4	5	4	5	28	4,67	0,06	0,19	0,04
Стислість та точність повідомлень	5	6	7	5	4	5	32	5,33	0,07	0,38	0,07
Загальна сума оцінок							$\Sigma = 471$				

Для кожної з евристик була розрахована відносна вага w , щоб оцінити їх важливість при складанні набору евристик. Вага альтернативи (евристики) w була розрахована, як відношення строкової суми оцінок по кожній альтернативі до суми всіх строкових оцінок за формулою:

$$w_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}, \quad (3.2)$$

де x_{ij} – це строкова сума оцінок.

Отримані оцінки експертів були перевірені на узгодженість думок експертів за допомогою розрахованого значення коефіцієнту варіації для кожного з критерію за формулою:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}_e} \cdot 100\%, \quad (3.3)$$

де σ – середнє квадратичне відхилення;

$\bar{X}_e$ – середнє значення на думку всіх експертів.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (X_j - \bar{X}_e)^2}{n}}, \quad (3.4)$$

де X_j – оцінка, видана j-м експертом;

$\bar{X}_e$ – середнє значення оцінки на думку всіх експертів;

n – кількість експертів.

Отримані значення коефіцієнту варіації по кожній з альтернатив становлять $V \leq 0,2$, що свідчить про узгодженість думок експертів.

За результатами експертного методу, були обрані 6-ть евристик для юзабіліті тестування, які є загальними для перевірки функцій на 4-х веб-сайтах:

- видимість статусу системи ($w = 0,11$);
- контроль користувача та свобода ($w = 0,12$);
- спрощення та мінімізація інформації ($w = 0,10$);
- гнучкість та ефективність використання ($w = 0,10$);
- обробка помилок ($w = 0,11$);
- естетика та мінімалізм ($w = 0,09$), дана евристика буде використана

для оцінки дизайну веб-сайта в цілому.

Для складання питань в евристичному юзабіліті тестуванні скористалися визначеними ключовими функціями веб-сайтів та урахували необхідні евристики для перевірки зручності використання цих функцій. На основі отриманих даних були сформовані наступні питання (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Приклад створених питань евристичного тестування навігації та використання фільтрів на сайті №2 «Dim Ria»

Задача	Евристика	Питання	Варіант відповіді
Навігація та пошук інформації на сайті	Видимість статусу системи	Чи виникали у вас труднощі з тим, щоб зрозуміти як використовувати пошук для оренди нерухомості?	Від 1 до 5, де 1 - важко, були труднощі, а 5 – легко, все зрозуміло
		Скільки часу (в середньому) ви витратили на це завдання?	<1хвилини, 1 хвилину, 1-5 хвилин, 5-10 хвилин, >10 хвилин
	Контроль користувача та свобода	Наскільки легко вам вдалося видалити дані з пошукового рядка?	Від 1 до 5, де 1 - складно, а 5 – легко
		Скільки часу (в середньому) ви витратили на це завдання?	<1хвилини, 1 хвилину, 1-5 хвилин, 5-10 хвилин, >10 хвилин
	Спрощення та мінімізація інформації	Як ви оцінюєте кількість інформації на мапі? Чи є щось надлишкове або непотрібне?	Від 1 до 5, де 1 - Надмірна, відволікає від процесу, а 5 - Допомогає зосередитися на головному
		Наскільки ви вважаєте були виділені важливі елементи пошуку (поля вводу, кнопки) на сторінці?	Від 1 до 5, де 1 – Непомітні, а 5 – Достатньо виділені та помітні
		Скільки часу (в середньому) ви витратили на це завдання?	<1хвилини, 1 хвилину, 1-5 хвилин, 5-10 хвилин, >10 хвилин
	Гнучкість та ефективність використання	Як ви оцінюєте легкість, з якою можна змінити пошукові дані (напр. вулиця, місто, метро)	Від 1 до 5, де 1 – Складно, а 5 – Легко
		Скільки часу (в середньому) ви витратили на це завдання?	<1хвилини, 1 хвилину, 1-5 хвилин, 5-10 хвилин, >10 хвилин
	Обробка помилок	Чи зустрічалися ви з помилками при навігації та пошуку по сайту?	Ні або Так
		Короткий опис знайденої помилки/проблеми кількома словами (якщо є)	Відкрите питання
		Як ви оцінюєте візуальне оформлення повідомлень про помилку? (якщо є)	Від 1 до 5, де 1 – Погано, було складно помітити, а 5 - Добре, відразу видно
		Наскільки повідомлення про помилку було зрозумілим та інформативним? (якщо є)	Від 1 до 5, де 1 – Незрозуміле, а 5 - Зрозуміле
Використання фільтрів	Видимість статусу системи	Чи виникали у вас труднощі з тим, щоб зрозуміти як використовувати фільтри?	Від 1 до 5, де 1 - важко, були труднощі, а 5 – легко, все зрозуміло
		Скільки часу (в середньому) ви витратили на це завдання?	<1хвилини, 1 хвилину, 1-5 хвилин, 5-10 хвилин, >10 хвилин

Продовження таблиці 3.2

Задача	Евристика	Питання	Варіант відповіді
Використання фільтрів	Контроль користувача та свобода	Наскільки легко вам вдалося відмінити вибрані фільтри?	Від 1 до 5, де 1 - складно, а 5 - легко
		Скільки часу (в середньому) ви витратили на це завдання?	<1хвилини, 1 хвилину, 1-5 хвилин, 5-10 хвилин, >10 хвилин
		Як ви оцінюєте текст фільтрів? Чи є місця де інформація здається перевантаженою або складною для сприйняття?	Від 1 до 5, де 1 - Надмірна, відволікає від процесу, а 5 - Допомагає зосередитися на головному
		Наскільки ви вважаєте були виділені важливі елементи фільтрів?	Від 1 до 5, де 1 - Непомітні, а 5 - Достатньо виділені та помітні
	Гнучкість та ефективність використання	Скільки часу (в середньому) ви витратили на це завдання?	<1хвилини, 1 хвилину, 1-5 хвилин, 5-10 хвилин, >10 хвилин
		Як ви оцінюєте легкість, з якою можна змінити вибрані фільтри?	Від 1 до 5, де 1 - Складно, а 5 - Легко
		Наскільки фільтри були чітко розділені та представлені для користувача?	Від 1 до 5, де 1 - Фільтри не структуровані, а 5 - Фільтри логічно розділені
		Скільки часу (в середньому) ви витратили на це завдання?	<1хвилини, 1 хвилину, 1-5 хвилин, 5-10 хвилин, >10 хвилин
	Обробка помилок	Чи зустрічалися ви з помилками при використанні фільтрів?	Ні або Так
		Короткий опис знайденої помилки/проблеми кількома словами (якщо є)	Відкрите питання
		Як ви оцінюєте візуальне оформлення повідомлень про помилку? (якщо є)	Від 1 до 5, де 1 - Погано, було складно помітити, а 5 - Добре, відразу видно
		Наскільки повідомлення про помилку було зрозумілим та інформативним? (якщо є)	Від 1 до 5, де 1 - Незрозуміле, а 5 - Зрозуміле
Оцінка дизайну	Естетика та мінімалізм	Чи вважаєте ви, що сайт був перенавантажений візуальними елементами?	Від 1 до 5, де 1 - Перенавантажений, а 5 - Все зрозуміло та просто
		Як ви оцінюєте кольорову палітру сайту?	Від 1 до 5, де 1 - Незручна, є кольори, які не подобаються або відволікають, а 5 - Зручна для сприйняття
		Як ви оцінюєте загальний дизайн сайту?	Від 1 до 5, де 1 - Складний для сприйняття, а 5 - Зручний, інтуїтивно зрозумілий
		Чи є щось в дизайні або інформації, що на вашу думку можна зробити простішим та більш зручним?	Ні або Так
		Якщо бажаєте, уточніть, будь ласка, що саме можна покращити на вашу думку?	Відкрите питання

Аналогічним чином були створені питання для інших сайтів.

Далі була створена Google Form <https://forms.gle/LoHNVNSNtdeSPseGA> для надання відповідей учасниками евристичного юзабіліті тестування. Для кожного з веб-сайтів вона містить такі основні складові, як опис ключових задач та питання для кожної з обраних евристик. Нижче наведений приклад секції питань форми для веб-сайта №2 «Dim Ria» (рис. 3.6).

1) Пошук оренди нерухомості

1. Відкрийте головну сторінку веб-сайту у новій вкладці/новому вікні <https://dom.ria.com/>
2. Знайдіть та використовуйте функціонал для пошуку оренди нерухомості (напр. квартира).
3. Введіть необхідну інформацію для пошуку (тип нерухомості, місто).
4. Запустіть пошук.
5. Спробуйте скористатися полем пошуку на мапі (назва вулиці, міста, тощо)

Видимість статусу системи
Опис (необов'язково)

Чи виникали у вас труднощі з тим, щоб зрозуміти як використовувати пошук для оренди нерухомості? *

1 2 3 4 5

Важко, були труднощі ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Легко, все зрозуміло

Скільки часу (в середньому) ви витратили на це завдання? *

☐ менше 1 хвилини

☐ 1 хвилину

☐ 1 - 5 хвилин

Рисунок 3.6 – Приклад секції питань для веб-сайта «Dim Ria» в Google Form

Так як серед групи питань містяться необов'язкові питання і відкриті питання, для здійснення коректного розрахунку узгодженості думок експертів доцільним було не враховувати такі відповіді через складнощі з їх приведенням до числового вигляду. Відповіді типу «Ні» або «Так» були приведені до числового вигляду, а саме - відповіді «Так» присвоїли найвищий ранг (бал 5), а відповіді «Ні» дещо нижчий ранг (бал 3).

При наявності на сайті декількох ключових функцій виконувалося розбиття загальної групи питань на декілька окремих груп для розрахунку узгодженості думок експертів по кожній функції.

Після виконання експертами оцінки зручності використання функцій сайтів за допомогою евристик були отримані наступні кількісні результати, приведені в табл. 3.3 та 3.4.

Таблиця 3.3 – Оцінки експертів по евристичному тестуванню функції навігації на сайті №2 «Dim Ria»

Задача	Критерій	Питання	Експерти					
			1	2	3	4	5	6
Навігація та пошук інформації на сайті	Видимість статусу системи	Чи виникали у вас труднощі з тим, щоб зрозуміти як використовувати пошук для оренди нерухомості?	3	5	4	4	4	5
	Контроль користувача та свобода	Наскільки легко вам вдалося видалити дані з пошукового рядка?	2	5	5	4	5	5
	Спрощення та мінімізація інформації	Як ви оцінюєте кількість інформації на мапі? Чи є щось надлишкове або непотрібне?	3	4	5	4	5	4
		Наскільки ви вважаєте були виділені важливі елементи пошуку (поля вводу, кнопки) на сторінці?	2	4	5	4	5	4
	Гнучкість та ефективність використання	Як ви оцінюєте легкість, з якою можна змінити пошукові дані? (напр. вулиця, місто, метро)	2	5	5	2	5	3
	Обробка помилок	Чи зустрічалися ви з помилками при навігації та пошуку по сайту?	3	3	3	5	3	3
	Естетика та мінімалізм	Чи вважаєте ви, що сайт був перенавантажений візуальними елементами?	2	5	5	3	4	3
		Як ви оцінюєте кольорову палітру сайту?	2	5	5	3	5	3
		Як ви оцінюєте загальний дизайн сайту?	2	5	5	3	4	4
		Чи є щось в дизайні або інформації, що на вашу думку можна зробити простішим та більш зручним?	5	3	3	5	5	3
	Сума		26	44	45	37	45	37

Таблиця 3.4 –Оцінки експертів по евристичному тестуванню функції використання фільтрів на сайті №2 «Dim Ria»

Задача	Критерій	Питання	Експерти					
			1	2	3	4	5	6
Використання фільтрів	Видимість статусу системи	Чи виникали у вас труднощі з тим, щоб зрозуміти як використовувати фільтри?	2	5	5	4	5	3
	Контроль користувача та свобода	Наскільки легко вам вдалося відмінити вибрані фільтри?	2	5	5	4	5	5
	Спрощення та мінімізація інформації	Як ви оцінюєте текст фільтрів? Чи є місця де інформація здається перевантаженою або складною для сприйняття?	2	5	5	4	4	4
		Наскільки ви вважаєте були виділені важливі елементи фільтрів?	2	5	5	4	5	4
	Гнучкість та ефективність використання	Як ви оцінюєте легкість, з якою можна змінити вибрані фільтри?	3	4	5	4	5	4
		Наскільки фільтри були чітко розділені та представлені для користувача?	2	4	5	3	5	4
	Обробка помилок	Чи зустрічалися ви з помилками при використанні фільтрів?	5	3	3	3	3	3
	Естетика та мінімалізм	Чи вважаєте ви, що сайт був перенавантажений візуальними елементами?	2	5	5	3	4	3
		Як ви оцінюєте кольорову палітру сайту?	2	5	5	3	5	3
		Як ви оцінюєте загальний дизайн сайту?	2	5	5	3	4	4
		Чи є щось в дизайні або інформації, що на вашу думку можна зробити простішим та більш зручним?	5	3	3	3	4	4
	Сума		29	49	51	40	50	40

Аналогічним чином було здійснено оцінку зручності за евристиками для інших сайтів.

Далі була проведена нормалізація отриманих оцінок експертів для більш коректного використання даних, при цьому сума оцінок у стовпчику повинна бути рівною одиниці, а оцінка кожного стовпчика ділиться на її суму. Результати з нормалізованими даними по евристичному тестуванню приведені в табл. 3.5 та 3.6.

Таблиця 3.5 – Нормалізовані оцінки експертів по евристичному тестуванню функції навігації на сайті №2 «Dim Ria»

Задача	Критерій	Питання	Експерти					
			1	2	3	4	5	6
Навігація	Видимість статусу системи	Чи виникали у вас труднощі з тим, щоб зрозуміти як використовувати пошук для оренди нерухомості?	0,12	0,11	0,09	0,11	0,09	0,14
	Контроль користувача та свобода	Наскільки легко вам вдалося видалити дані з пошукового рядка?	0,08	0,11	0,11	0,11	0,11	0,14
	Спрощення та мінімізація інформації	Як ви оцінюєте кількість інформації на мапі? Чи є щось надлишкове або непотрібне?	0,12	0,09	0,11	0,11	0,11	0,11
		Наскільки ви вважаєте були виділені важливі елементи пошуку (поля вводу, кнопки) на сторінці?	0,08	0,09	0,11	0,11	0,11	0,11
	Гнучкість та ефективність використання	Як ви оцінюєте легкість, з якою можна змінити пошукові дані? (напр. вулиця, місто, метро)	0,08	0,11	0,11	0,05	0,11	0,08
	Обробка помилок	Чи зустрічалися ви з помилками при навігації та пошуку по сайту?	0,12	0,07	0,07	0,14	0,07	0,08
	Естетика та мінімалізм	Чи вважаєте ви, що сайт був перенавантажений візуальними елементами?	0,08	0,11	0,11	0,08	0,09	0,08
		Як ви оцінюєте кольорову палітру сайту?	0,08	0,11	0,11	0,08	0,11	0,08
		Як ви оцінюєте загальний дизайн сайту?	0,08	0,11	0,11	0,08	0,09	0,11
		Чи є щось в дизайні або інформації, що на вашу думку можна зробити простішим та більш зручним?	0,19	0,07	0,07	0,14	0,11	0,08
	Сума		1	1	1	1	1	1

Таблиця 3.6 – Нормалізовані оцінки експертів по евристичному тестуванню функції використання фільтрів на сайті №2 «Dim Ria»

Задача	Критерій	Питання	Експерти					
			1	2	3	4	5	6
Використання фільтрів	Видимість статусу системи	Чи виникали у вас труднощі з тим, щоб зрозуміти як використовувати фільтри?	0,07	0,10	0,10	0,10	0,10	0,08
	Контроль користувача та свобода	Наскільки легко вам вдалося відмінити вибрані фільтри?	0,07	0,10	0,10	0,10	0,10	0,13
	Спрощення та мінімізація інформації	Як ви оцінюєте текст фільтрів? Чи є місця де інформація здається перевантаженою або складною для сприйняття?	0,07	0,10	0,10	0,10	0,08	0,10
		Наскільки ви вважаєте були виділені важливі елементи фільтрів?	0,07	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	Гнучкість та ефективність використання	Як ви оцінюєте легкість, з якою можна змінити вибрані фільтри?	0,10	0,08	0,10	0,10	0,10	0,10
		Наскільки фільтри були чітко розділені та представлені для користувача?	0,07	0,08	0,10	0,08	0,10	0,10
	Обробка помилок	Чи зустрічалися ви з помилками при використанні фільтрів?	0,17	0,06	0,06	0,08	0,06	0,08
	Естетика та мінімалізм	Чи вважаєте ви, що сайт був перенавантажений візуальними елементами?	0,07	0,10	0,10	0,08	0,08	0,08
		Як ви оцінюєте кольорову палітру сайту?	0,07	0,10	0,10	0,08	0,10	0,08
		Як ви оцінюєте загальний дизайн сайту?	0,07	0,10	0,10	0,08	0,08	0,10
		Чи є щось в дизайні або інформації, що на вашу думку можна зробити простішим та більш зручним?	0,17	0,06	0,06	0,13	0,10	0,08
Сума			1	1	1	1	1	1

Для визначення узгодженості думок експертів по нормалізованим оцінкам необхідно обчислити такі показники:

– середнє значення оцінки показника, визначається за формулою

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}, \quad (3.5)$$

де x – оцінка критерію;

n – кількість експертів;

– середньоквадратичне відхилення, розраховується за формулою

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}, \quad (3.6)$$

де x_i – оцінка i -критерію;

$\bar{x}$ – середньоарифметична оцінка;

– дисперсія, розраховується за формулою

$$D = \sigma^2. \quad (3.7)$$

Результати розрахунків представлені в таблиці 3.7 та 3.8.

Наступним кроком для оцінки узгодженості експертів по навігації на сайті №2 «Dim Ria» був розрахований коефіцієнт варіації, який визначається за формулою:

$$V = \frac{\sum \sigma}{\sum \bar{x}}, \quad (3.8)$$

$$V = \frac{0.193}{1} = 0,193,$$

якщо коефіцієнт варіації $V \leq 0,2$, то думки експертів вважаються узгодженими. Розраховане значення коефіцієнта варіації свідчить про те, що думки експертів узгоджені.

Таблиця 3.7 – Результати обчислень для навігації на сайті №2 «Dim Ria»

Задача	Критерій	Питання	Середн. Знач. оцінок	Середн. Квадр. Відхил.	Дисперсія
Навігація та пошук інформації на сайті	Видимість статусу системи	Чи виникали у вас труднощі з тим, щоб зрозуміти як використовувати пошук для оренди нерухомості?	0,108	0,016	0,0003
	Контроль користувача та свобода	Наскільки легко вам вдалося видалити дані з пошукового рядка?	0,109	0,017	0,0003
	Спрощення та мінімізація інформації	Як ви оцінюєте кількість інформації на мапі? Чи є щось надлишкове або непотрібне?	0,107	0,008	0,0001
		Наскільки ви вважаєте були виділені важливі елементи пошуку (поля вводу, кнопки) на сторінці?	0,101	0,013	0,0002
	Гнучкість та ефективність використання	Як ви оцінюєте легкість, з якою можна змінити пошукові дані? (напр. вулиця, місто, метро)	0,091	0,022	0,0005
	Обробка помилок	Чи зустрічалися ви з помилками при навігації та пошуку по сайту?	0,089	0,027	0,0007
	Естетика та мінімалізм	Чи вважаєте ви, що сайт був перенавантажений візуальними елементами?	0,092	0,015	0,0002
		Як ви оцінюєте кольорову палітру сайту?	0,096	0,016	0,0003
		Як ви оцінюєте загальний дизайн сайту?	0,097	0,015	0,0002
		Чи є щось в дизайні або інформації, що на вашу думку можна зробити простішим та більш зручним?	0,109	0,044	0,0020
	Сума		1,000	0,193	0,005

Таблиця 3.8 – Результати обчислень для використання фільтрів на сайті №2 «Dim Ria»

Задача	Критерій	Питання	Середн. Знач. оцінок	Середн. Квадр. Відхил.	Дисперсія
Використання фільтрів	Видимість статусу системи	Чи виникали у вас труднощі з тим, щоб зрозуміти як використовувати фільтри?	0,09	0,01	0,0002
	Контроль користувача та свобода	Наскільки легко вам вдалося відмінити вибрані фільтри?	0,10	0,02	0,0003
	Спрощення та мінімізація інформації	Як ви оцінюєте текст фільтрів? Чи є місця де інформація здається перевантаженою або складною для сприйняття?	0,09	0,01	0,0002
		Наскільки ви вважаєте були виділені важливі елементи фільтрів?	0,09	0,01	0,0001
	Гнучкість та ефективність використання	Як ви оцінюєте легкість, з якою можна змінити вибрані фільтри?	0,10	0,01	0,0001
		Наскільки фільтри були чітко розділені та представлені для користувача?	0,09	0,01	0,0002
	Обробка помилок	Чи зустрічалися ви з помилками при використанні фільтрів?	0,08	0,04	0,0016
	Естетика та мінімалізм	Чи вважаєте ви, що сайт був перенавантажений візуальними елементами?	0,08	0,01	0,0002
		Як ви оцінюєте кольорову палітру сайту?	0,09	0,01	0,0002
		Як ви оцінюєте загальний дизайн сайту?	0,09	0,01	0,0002
		Чи є щось в дизайні або інформації, що на вашу думку можна зробити простішим та більш зручним?	0,10	0,04	0,0016
	Сума		0,91	0,18	0,0045

Відносна вага критерію для кожного експерта, визначається [40]:

$$w_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum x_{ij}}. \quad (3.9)$$

Узагальнена вага критеріїв визначається за формулою

$$w_j = \frac{\sum w_{ij}}{n}, \quad (3.10)$$

$$w_j = \frac{6}{10} = 0,6.$$

де $\sum w_{ij} = 6$;

$n = 10$ – кількість критеріїв.

Перевірка узгодженості думок експертів при оцінці об'єктів здійснюється за допомогою ранжирування. У цьому завданні використовується більше 2-х критеріїв, тому використовується коефіцієнт конкордації Кендалла:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2 \cdot (n^3 - n)}, \quad (3.11)$$

де m – кількість експертів;

n – кількість критеріїв;

S – середньоквадратичне відхилення всіх оцінок рангів:

$$S = (d_i - \bar{d})^2, \quad (3.12)$$

де d_i – сума рангів i -ого показника по всіх експертах, визначається:

$$d_i = \sum r_{ij}, \quad (3.13)$$

де r_{ij} – сума рангів i -ого показника, визначеного j -им експертом;

$\bar{d}$ – усереднене значення критеріїв, визначається за формулою

$$\bar{d} = \frac{n(n+1)}{2}. \quad (3.14)$$

Рішення для функції навігації:

$$\begin{aligned} m &= 6, n = 10, \\ d_i &= 6, \bar{d} = \frac{10 \cdot (10+1)}{2} = 55, \\ S &= (6 - 55)^2 = 2401. \end{aligned}$$

Визначаємо коефіцієнт конкордації:

$$W = \frac{12 \cdot 2401}{6^2 \cdot (10^3 - 10)} = 0,808.$$

Отримане значення розрахованого коефіцієнта конкордації складає 0,808 для оцінок функції навігації на сайті №2 «Dim Ria», з чого можна зробити висновок, що експерти узгоджені, а також вплив критерію один на одного великий. Аналогічним чином здійснюємо перевірку узгодженості думок експертів для функції використання фільтрів на сайті №2 «Dim Ria»:

$$V = \frac{0.18}{0.91} = 0,198$$

Було розраховане значення коефіцієнту конкордації:

$$d_i = 6, \bar{d} = \frac{11 \cdot (11+1)}{2} = 66, \quad S = (6 - 66)^2 = 3600.$$

Визначаємо коефіцієнт конкордації:

$$W = \frac{12 \cdot 3600}{6^2 \cdot (11^3 - 11)} = 0,909.$$

Значення коефіцієнта конкордації 0,909 для фільтрів на веб-сайті №2 «Dim Ria» свідчить про те, що думки експертів узгоджені.

Аналогічним чином були розраховані коефіцієнти варіації та конкордації для ключових функцій усіх веб-сайтів. Отримані результати є узгодженими, що свідчить про співпадіння думок експертів з точки зору оцінки зручності за евристиками основних функцій сайтів.

Отримані дані для евристичного опитування усіх 4-х веб-сайтів показують, що 50% експертів проводили тестування на ноутбуках, близько 33% - на смартфонах, та ще майже 17% - на комп'ютері (рис. 3.7).

На якому пристрої ви виконуєте юзабіліті тестування?
6 відповідей

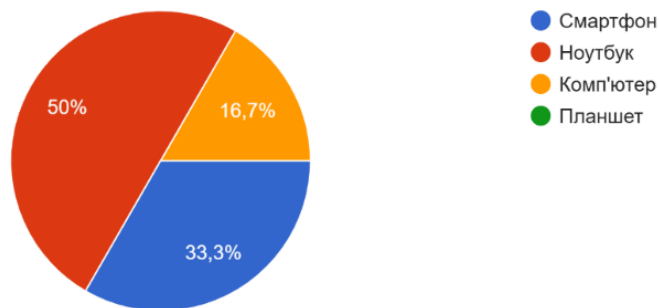


Рисунок 3.7 – Пристрої, на яких проводилося евристичне тестування

Загалом, для веб-сайта №1 «ХНУРЕ» отримані результати опитування свідчать про те, що інтерфейс сайта та навігація по ньому були добре оцінені експертами, а критичні проблеми виникли при користуванні рядком пошуку та непрацюючими посиланнями на курси та інші сторінки.

Результати тестування на сайті №1 «ХНУРЕ» показують, що 66,7% експертів не стикалися з помилками при навігації та пошуку на веб-сайті, і лише 33,3% побачили помилки при роботі з даними функціями (рис. 3.8). Знайдені помилки утворюють групу, пов'язану з навігацією на сайті.

Середній рівень задоволеності дизайном сайта «ХНУРЕ» склав 3,7 із 5 можливих балів. Також половина експертів вважає, що веб-сайт перенавантажений візуальними елементами і дизайн може бути покращений. Експерти були задоволені легкістю з якою користувач може переміщуватися між розділами, а також тим, що важливі елементи були виділені на сторінках.

Чи зустрічалися ви з помилками при навігації та пошуку по сайту?
6 відповідей

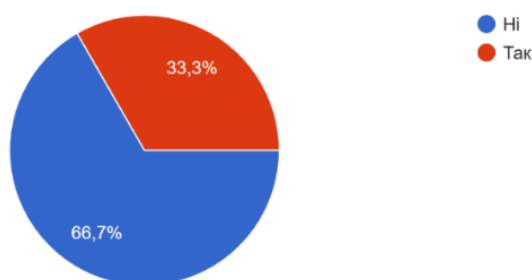


Рисунок 3.8 – Помилки знайдені експертами

Знайдені проблеми в юзабіліті для веб-сайту №1 «ХНУРЕ» представлені в табл. 3.9.

Таблиця 3.9 – Помилки, знайдені в ході евристичного тестування сайту «ХНУРЕ»

Помилка	Евристика	Рекомендації щодо покращення	Критичність помилки
Відкриття не тих курсів, біле вікно	Гнучкість та ефективність використання	Покращити навігацію за посиланнями, щоб була можливість отримати необхідну інформацію	4
Пошук незручний (через рядок пошуку)	Видимість статусу системи	Покращити пошук, особливо на мобільній версії сайту	4
Дизайн	Естетика та мінімалізм	Покращити дизайн та додати темну тему; Зробити однакову довжину колонок "Новини" (за найдовшим елементом), попрацювати над навігацією сайту. Дропдауни у хедері вже займають усю сторінку (зокрема розділ "Університет") , але при цьому не вміщують в собі усі елементи навігації, прокрутки підрозділів теж немає.	3

Для веб-сайта №2 «Dim Ria» отримані результати опитування показують, що експерти були задоволені навігацією на веб-сайті та легкістю зміни фільтрів.

При тестуванні були виявлені 1 серйозний дефект та декілька незначних, знайдені проблеми були пов'язані з пошуком за адресою на мапі (за вулицею) та присутністю великої кількості фільтрів. Слід зазначити, що лише 16,7% експертів стикалися з проблемами на сайті.

За думкою експертів дизайн сайту «Dim Ria» у цілому добрий, середній рівень задоволеності дизайном сайту склав 3,8 із 5 можливих балів.

Знайдені проблеми в юзабіліті для веб-сайту №2 «Dim Ria» представлені в табл. 3.10.

Таблиця 3.10 – Помилки, знайдені в ході евристичного тестування сайту «Dim Ria»

Помилка	Евристика	Рекомендації щодо покращення	Критичність помилки
Пошук за вулицями	Гнучкість та ефективність використання	Покращити пошук за вулицями	3
Фільтри	Гнучкість та ефективність використання	Дуже багато фільтрів, спробувати згрупувати їх в логічні категорії для полегшення сприйняття	2
Дизайн	Естетика та мінімалізм	Кегль заголовків на головній сторінці зробити трохи меншим	2

Для веб-сайту №3 «Drink Arizona» результати опитування експертів ілюструють, що учасники тестування були задоволені навігацією в квізі.

При тестуванні були знайдені 1 серйозний та 1 незначний дефект, які утворюють групу, пов'язану з навігацією по квізу на сайті. Слід зазначити, що лише 16,7% експертів стикалися з проблемами при використанні квізу.

Майже усі експерти оцінили дизайн квізу як добрий, середній рівень задоволеності дизайном склав 4,8 із 5 можливих балів.

Знайдені проблеми в юзабіліті квізу для веб-сайту №3 «Drink Arizona» наведені в табл. 3.11.

Для веб-сайту №4 «MakeMyTrip» результати опитування експертів ілюструють, що учасники тестування були задоволені функціями пошуку маршрутів, використанням фільтрів та промо кодів на веб-сайті.

При тестуванні були знайдені 1 серйозний та 1 незначний дефект, пов'язані з дизайном сайту, а саме перенавантаженим дизайном рекламних банерів та незрозумілими відступами в результатах пошуку.

Таблиця 3.11 - Помилки, знайдені в ході евристичного тестування квізу на сайті «Drink Arizona»

Помилка	Евристика	Рекомендації щодо покращення	Критичність помилки
Незручно змінювати варіант відповіді на інший при поверненні на попередній крок квізу	Гнучкість та ефективність використання	Попрацювати над зрозумілістю зміни відповіді на інший (напр. виділити обраний варіант)	3
Незрозумілий прогрес проходження квізу	Гнучкість та ефективність використання	Додати прогрес проходження квізу	2

Середній рівень задоволеності дизайном сайту «MakeMyTrip» склав 4 із 5 можливих балів. Половина експертів оцінила дизайн сайту як добрий, а інша половина – як не дуже зручний, що може вказувати на необхідність перегляду способу розміщення інформації та легкості її сприйняття. Знайдені проблеми в юзабіліті для веб-сайту №4 «MakeMyTrip» наведені в табл. 3.12.

Таблиця 3.12 - Помилки, знайдені в ході евристичного тестування сайту «MakeMyTrip»

Помилка	Евристика	Рекомендації щодо покращення	Критичність помилки
Дизайн	Видимість статусу системи	В результатах пошуку маршрутів зробити меншими відступи: з'являється відчуття, що не все завантажилось	3
	Спрощення та мінімізація інформації	Зменшити кількість рекламних банерів	2

Юзабіліті тестування задач було виконане для оцінки зручності використання веб-сайтів користувачами. Для отримання репрезентативної вибірки була розрахована мінімальна кількість учасників тестування:

$$n = \frac{pqZ_{\infty}^2 N}{\Delta^2 N + pqZ_{\infty}^2},$$

$$n = \frac{0.5 \cdot 0.5 \cdot 1.96^2 \cdot 20000}{0.05^2 \cdot 20000 + 0.5 \cdot 0.5 \cdot 1.96^2} = 284,03,$$

де N – обсяг генеральної сукупності. Враховуючи середні показники по відвідувачам для веб-сайтів, N = 20 000;

Z – коефіцієнт, що становить 1,96 для рівня довіри 95%;

Δ – помилка вибірки, становить 0,05;

p – доля респондентів із наявністю досліджуваної ознаки, $p = 0,5$;

q – доля респондентів із відсутністю досліджуваною ознакою, $q = (1 - p)$.

На основі зробленого розрахунку, мінімальна кількість учасників опитування повинна становити 284 людини. Виходячи із поставленої мети та враховуючи цільову аудиторію сайтів, до тестування було залучено 312 користувачів.

Було задіяно 3 основні групи респондентів для юзабіліті тестування задач сайтів. До першої групи увійшли студенти у віці 18 – 19 років, до другої групи – користувачі віком 20 – 34 роки, а до третьої групи – користувачі у віці 35 – 54 роки. Розподіл за групами у процентному відношенні серед респондентів склав 44,2% для 1 групи респондентів, 42,3% для 2 групи та 13,5% для 3 групи (рис. 3.9).

Рівень володіння комп'ютером та смартфоном, а також досвід використання Інтернету у всіх групах є переважно вище середнього. Для юзабіліті тестування до третьої групи була включена деяка кількість людей, які рідко користуються Інтернетом, але мають досвід користування комп'ютером або смартфоном. До складу 1 та частини 2 груп увійшли студенти 3 – 6 курсів спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія» із знаннями та досвідом в дизайні та зручності використання цифрових інтерфейсів, онлайн маркетингу. Крім того, майже усі учасники 3 групи та частина 2 групи респондентів є ІТ-спеціалістами з досвідом роботи більше 5 років, а саме розробниками програмного забезпечення (backend, mobile), QA тестувальниками (рис. 3.10).

Юзабіліті тестування було виконане на екранах найтиповішого розміру, а саме 44,2% респондентів використовували при тестуванні смартфони, 38,5% респондентів – ноутбуки, 15,4% – комп'ютери та 1,9% – планшети.

Ваш вік
312 відповідей

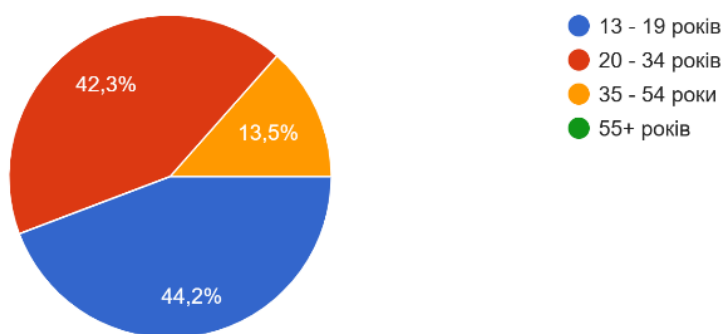


Рисунок 3.9 – Розподіл респондентів по групам за віком

Досвід використання інтернету
312 відповідей



Рисунок 3.10 – Рівень досвіду використання Інтернету респондентами

На якому пристрої ви виконуєте юзабіліті тестування?
312 відповідей

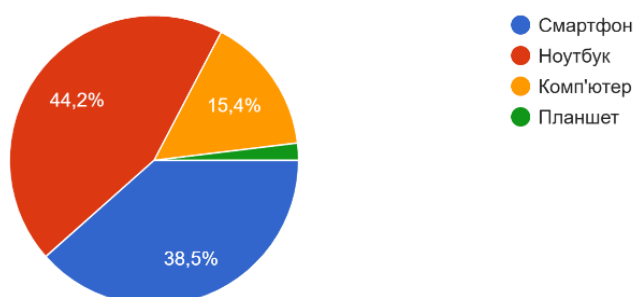


Рисунок 3.11 – Пристрої на яких виконувались юзабіліті тести

Для вибору критичних цільових функцій користувачів на сайтах скористались здобутим досвідом роботи розробника тестових сценарії в

області тестування web додатків та урахували відгуки користувачів при роботі з аналогічними веб-сайтами.

На основі отриманих даних були сформовані такі тестові юзабіліті задачі (табл. 3.13):

Таблиця 3.13 – Приклад створених питань юзабіліті тестування задач навігації та використання фільтрів на сайті №2 «Dim Ria»

Задача	Питання	Варіант відповіді
Навігація та пошук інформації на сайті	Наскільки легко вам було здійснити пошук оренди нерухомості?	Від 1 до 5, де 1 - Складно, а 5 – легко
	Чи зручно вам було використати пошук по назві вулиці або міста?	Від 1 до 5, де 1 - незручно, а 5 – зручно
	Чи було вам зрозуміло як використовувати пошук нерухомості на мапі?	Від 1 до 5, де 1 – Дуже складно, а 5 – Легко
	Скільки часу (в середньому) ви витратили на це завдання?	<1хвилини, 1 хвилину, 1-5 хвилин, 5-10 хвилин, >10 хвилин
Використання фільтрів	Наскільки легко вам було знайти і використовувати фільтри для підбору необхідної нерухомості?	Від 1 до 5, де 1 - Складно, а 5 – легко
	Скільки часу (в середньому) ви витратили на це завдання?	<1хвилини, 1 хвилину, 1-5 хвилин, 5-10 хвилин, >10 хвилин
	Наскільки вам легко було відмінити вибрані фільтри?	Від 1 до 5, де 1 - складно, а 5 – легко
	Чи було вам просто зрозуміти як повернутися з перегляду деталей про об'єкт на мапу (і навпаки)	Від 1 до 5, де 1 - незрозуміло, а 5 – зрозуміло
	Скільки часу (в середньому) ви витратили на це завдання?	<1хвилини, 1 хвилину, 1-5 хвилин, 5-10 хвилин, >10 хвилин
	Чи усі фільтри були легкими у розумінні та надавали чітку інформацію?	Від 1 до 5, де 1 – Недостатня, а 5 – достатня
	Наскільки для вас була достатньою інформація про нерухомість на веб-сайті?	Від 1 до 5, де 1 – Було незрозуміло, а 5 – зрозуміло
	Наскільки просто вам було змінювати обрані фільтри?	Від 1 до 5, де 1 – Дуже складно, а 5 – легко
	Чи зустрічалися ви з помилками при використанні фільтрів?	Ні або Так
	Кількість знайдених помилок або проблем (якщо не було - поставте "0")	Відкрите питання
	Короткий опис знайденої помилки/проблеми кількома словами (якщо є)	Відкрите питання
	Чи були якісь елементи інтерфейсу, які вам не сподобалися чи здалися незрозумілими?	Ні або Так
	Уточніть, будь ласка, що саме не сподобалося чи було незрозумілим? (якщо було)	Відкрите питання

Продовження таблиці 3.13

Задача	Питання	Варіант відповіді
Загальні враження від використання сайту	Наскільки вам подобається використання навігації на сайті?	Від 1 до 5, де 1 – Не подобається, а 5 – Дуже подобається
	Наскільки вам подобається використання фільтрів на сайті?	Від 1 до 5, де 1 – Не подобається, а 5 – Дуже подобається
	Наскільки вам подобається дизайн веб-сайту?	Від 1 до 5, де 1 – Не подобається, а 5 – Дуже подобається
	Наскільки ви задоволені використанням даного сайту?	Погано (інтерфейс заважає мені виконувати задачі); Задовільно (є серйозні проблеми, які перешкоджають використанню); Добре (є невеликі проблеми, але у цілому інтерфейс прийнятний); Відмінно (інтерфейс інтуїтивно зрозумілий та зручний у використанні)
	Що ви б хотіли покращити на сайті?	Множинний вибір: Навігацію, Інтуїтивність та зручність фільтрів, Дуже багато анімації, Дизайн (у цілому або деяких елементів), Деякі функції сайту перенавантажені деталями, Сайт повільно видає результати, Представлений спосіб вирішення завдань не є цікавим для користувача
	Якщо бажаєте, уточніть, будь ласка, що саме можна покращити на вашу думку?	Відкрите питання

Аналогічним чином були створені питання для інших сайтів.

Далі була створена Google Form <https://forms.gle/WoEYqSrD1eu8ha9RA> для надання відповідей учасниками юзабіліті тестування. Для кожного з веб-сайтів вона містить опис ключових задач та питання із варіантами відповідей.

Після виконання завдань усіма респондентами були отримані наступні кількісні результати, наведені в табл. 3.14-3.17.

Для веб-сайта №1 «ХНУРЕ» отримані результати опитування свідчать про те, що середній рівень задоволеності від використання інтерфейсу сайту «ХНУРЕ» є добрим, при якому є незначні проблеми (рис. 3.12). Зокрема, використання функції навігації було добре оцінене користувачами і склало в

середньому 3,8 балів із 5 можливих. Середній рівень задоволеності від роботи із пошуковим рядком склав 3,75 бали, що свідчить про проблеми з юзабіліті.

При тестуванні були виявлені 4 серйозні дефекти та декілька незначних, знайдені проблеми були пов’язані з пошуковим рядком, помилками в навігації та елементами дизайну. Слід зазначити, що лише 15,4% респондентів стикалися з проблемами на сайті.

На думку користувачів дизайн сайта «ХНУРЕ» у цілому добрий, середній рівень задоволеності дизайном сайта склав 3,4 із 5 можливих балів.

Респонденти зазначили, що хотіли б покращити на сайті дизайн, зробити деякі функції менш навантаженими деталями, а також попрацювати над навігацією (рис. 3.13).

Наскільки ви задоволені використанням даного сайту?

312 відповідей



Рисунок 3.12 – Рівень задоволення від використання сайта «ХНУРЕ»

Що ви б хотіли покращити на сайті?

312 відповідей

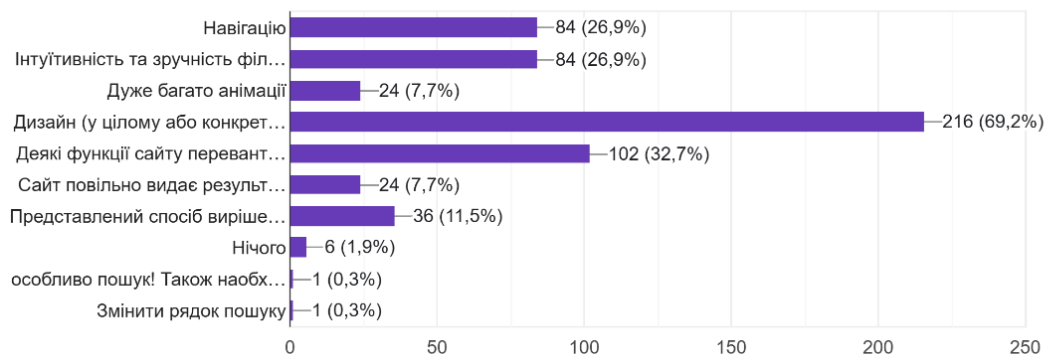


Рисунок 3.13 – Пропозиції щодо вдосконалення сайта «ХНУРЕ»

Знайдені проблеми в юзабіліті для веб-сайта №1 «ХНУРЕ» представлені в табл. 3.14.

Таблиця 3.14 – Помилки, знайдені в ході юзабіліті тестування сайту «ХНУРЕ»

Функція	Помилка	Рекомендації щодо покращення	Критичність помилки
Навігація	Не всі пункти submenu видні на малих екранах	Додати гіперпосилання між розділами	4
Пошуковий рядок	Кнопку пошуку складно було помітити	Зробити працездатним пошук	3
	Пошуковий рядок скидає текст протягом його написання		4
	Пошук видає нерелевантні результати, напр. важко знайти щось про «стипендіальний рейтинг» через ключове слово «стипендія»		4
	search bar скаче якщо навести мишку справа від іконки		4
Дизайн	Немає підтримки норм Accessibility (навігація клавіатурою, частково ховери, усі фокуси)	Покращити структуру інформації; використати мінімалістичний дизайн;	3
	Карусель на головній сторінці виглядає сумнівно	У деяких елементах на головній сторінці текст вирівнюється за шириною, хоча у більшості елементів текст вирівнюється по лівій стороні	2
	Не дуже зручний дизайн		3

Для веб-сайта №2 «Dim Ria» отримані результати опитування свідчать про те, рівень задоволеності від використання ключових функцій на сайті є відмінним, а інтерфейс сайту є зручним у використанні (рис. 3.14). Середній рівень задоволеності від використання функцій навігації та фільтрів склав 4,4 та 4,3 бали із 5 можливих.

При тестуванні були виявлені 4 незначні дефекти, критичних дефектів знайдено не було. Знайдені дефекти були пов'язані із незручним пошуком за назвою вулиці, а також деякі користувачі відзначили, що touch pad погано працює на мапі та на смартфоні при закритті плашки з cookies сайт завис. Лише 7,7% респондентів стикалися з помилками на сайті.

Середній рівень задоволеності дизайном сайту «Dim Ria» склав 4,25 із 5 можливих балів. Респонденти зазначили, що хотіли б зменшити навантаження

на користувача при роботі з фільтрами, попрацювати над дизайном фільтрів та зробити їх більш інтуїтивно зрозумілими.

Наскільки ви задоволені використанням даного сайту?

312 відповідей

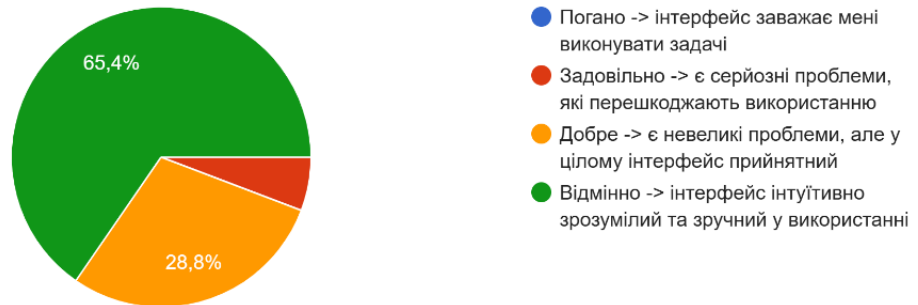


Рисунок 3.14 – Рівень задоволення від використання сайта «Dim Ria»

Що ви б хотіли покращити на сайті?

312 відповідей

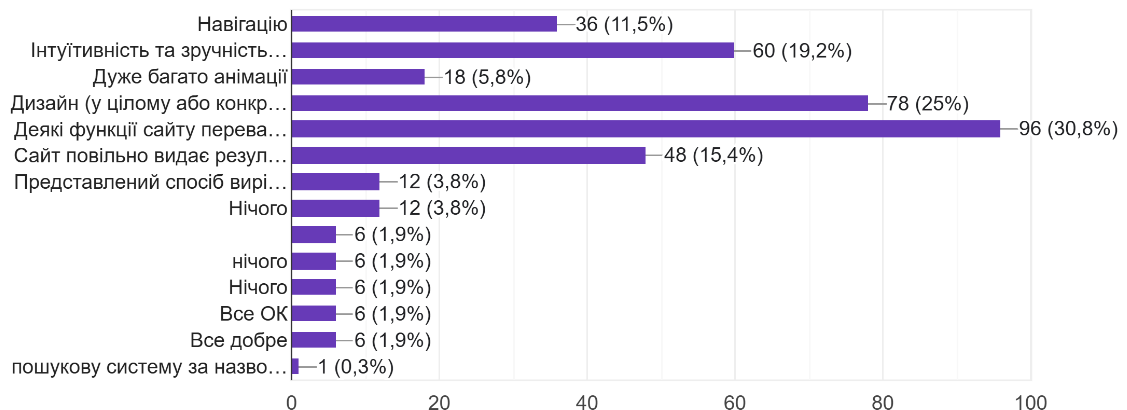


Рисунок 3.15 – Пропозиції щодо вдосконалення сайта «Dim Ria»

Знайдені проблеми в юзабіліті для веб-сайту «Dim Ria» представлені в табл. 3.15.

Отримані результати опитування для квізу на сайті №3 «Drink Arizona» показують у середньому добрий рівень задоволеності від використання сайта (рис. 3.16), зокрема рівень задоволення від функцій навігації склав 4,5 із 5 можливих балів.

При тестуванні були виявлені 2 критичні дефекти та 5 незначних. Знайдені дефекти в основному були пов'язані з недодаванням товарів у

корзину по завершенні квізу, не відкриттям сторінки з популярними напоями та незрозумілим способом повернення на попередні кроки квізу та відміною вибраної відповіді.

Таблиця 3.15 – Помилки, знайдені в ході юзабіліті тестування сайту «Dim Ria»

Функція	Помилка	Рекомендації щодо покращення	Критичність помилки
Навігація	Пошук за назвою вулиці видає нерелевантні результати при наборі назви вручну	Покращити пошук за вулицею	3
	Жести тач паду погано працюють на мапі	Попрацювати з мапою та підтримкою жестів touch pad	3
	Сайт завис на смартфоні при закритті плашки з cookies	Деякі елементи сайту (напр. плашка cookies) можна адаптувати для мобільної версії	2
Фільтри	Незручно виконати відміну фільтрів, через їх велику кількість	Покращити інтуїтивність та розташування фільтрів	3
Дизайн	-	-	-

Середній рівень задоволеності дизайном сайту «Drink Arizona» склав 3,94 бали із 5 можливих. Респонденти зазначили, що хотіли б покращити дизайн елементів, пов'язаних з проходженням квізу (прогрес проходження, кнопка Back, вибір варіантів) та навігацію (рис. 3.17).

Наскільки ви задоволені використанням даного сайту?
312 відповідей



Рисунок 3.16 – Рівень задоволення від використання сайту «Drink Arizona»

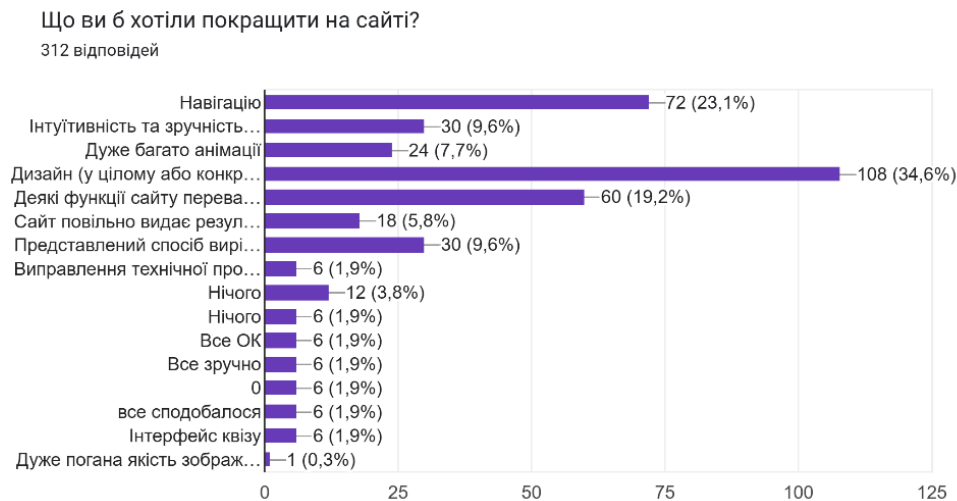


Рисунок 3.17 – Пропозиції щодо вдосконалення сайту «Drink Arizona»

Знайдені проблеми в юзабіліті для веб-сайта «Drink Arizona» представлені в табл. 3.16.

Таблиця 3.16 – Помилки, знайдені в ході юзабіліті тестування сайту «Drink Arizona»

Функція	Помилка	Рекомендації щодо покращення	Критичність помилки
Навігація	Незрозуміло скільки всього питань в квізі	Додати прогрес проходження,	2
	Незручна відміна вибору варіанту		3
	Кнопка Back дуже мала у порівнянні з іншими елементами	Додати анімацію при наведенні на кнопки,	3
	Товар не доданий до корзини		4
	Сторінка з популярними напоями не відкривається	Зробити зрозумілим вибір варіантів	4
Дизайн	Дуже яскраві кольори		2
	Частина банера перекрита		2

Отримані результати опитування для квізу на сайті №4 «MakeMyTrip» показують у середньому добрий рівень задоволеності від використання сайту (рис. 3.18), зокрема рівень задоволення від функцій навігації склав 3,63 із 5 можливих балів, для функції фільтрів – 3,88 балів, для функції використання промо кодів – 3,94 бали.

При тестуванні були виявлені 2 критичні дефекти та декілька незначних. Знайдені дефекти в основному були пов'язані із незручною зміною пунктів

призначення маршруту, помилкою із завантаженням сторінки із квитками на деякі види транспорту (book flight, book train), а також загальною перенавантаженістю дизайну сайту деталями та анімацією. Незначна кількість користувачів стикнулася із помилкою, що сайт не доступний у їхньому регіоні.

Середній рівень задоволеності дизайном сайту «MakeMyTrip» склав 3,7 балів із 5 можливих. Респонденти зазначили, що хотіли б знизити кількість деталей на сторінці і сфокусувати увагу на головних задачах, покращити навігацію та зручність фільтрів (рис. 3.19).

Наскільки ви задоволені використанням даного сайту?
312 відповідей



Рисунок 3.18 – Рівень задоволення від використання сайту «MakeMyTrip»

Що ви б хотіли покращити на сайті?
312 відповідей

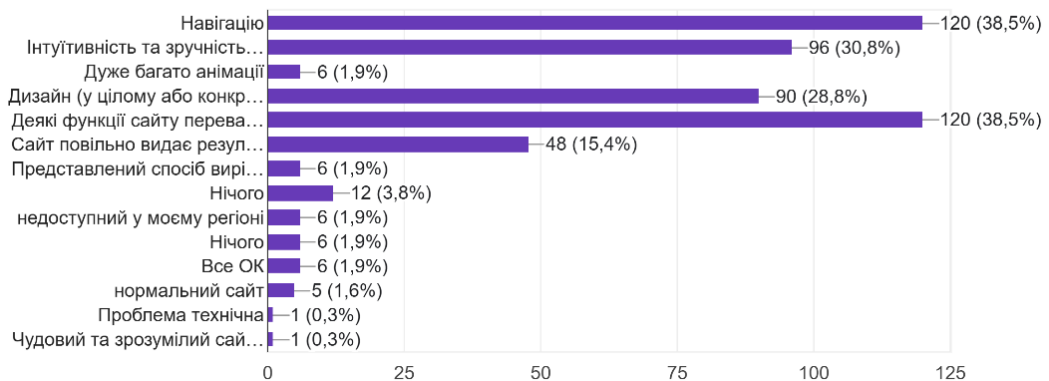


Рисунок 3.19 – Пропозиції щодо вдосконалення сайту «MakeMyTrip»

Знайдені проблеми в юзабіліті для веб-сайта «MakeMyTrip» представлені в табл. 3.17.

Таблиця 3.17 – Помилки, знайдені в ході юзабіліті тестування сайту «MakeMyTrip»

Функція	Помилка	Рекомендації щодо покращення	Критичність помилки
Навігація	Не завантажується сторінка із квитками на деякі види транспорту (book flight, book train)		4
	Незручна зміна пунктів призначення маршруту		3
	Сайт не доступний у деяких регіонах		2
	На смартфоні пошук маршрутів зависає		3
Фільтри	Незрозуміла помилка, якщо при пошуку за фільтрами нічого не знайдено		3
Дизайн	Інтерфейс перенавантажений деталями	Багато деталей на сторінці розсіює увагу та впливає на швидкість завантаження сторінки	4

Для отримання теплових карт був використаний онлайн сервіс генерування теплових карт MediaModifier Heat Map, який використовує штучний інтелект. В даному сервісі будується прогнозна теплова карта, пропонуючи швидке уявлення про потенційне залучення глядача для будь-якого зображення, фотографії, дизайну.

Були згенеровані теплові карти для сайту №1 «ХНУРЕ» для оцінки функції навігації (рис. 3.20-3.21).

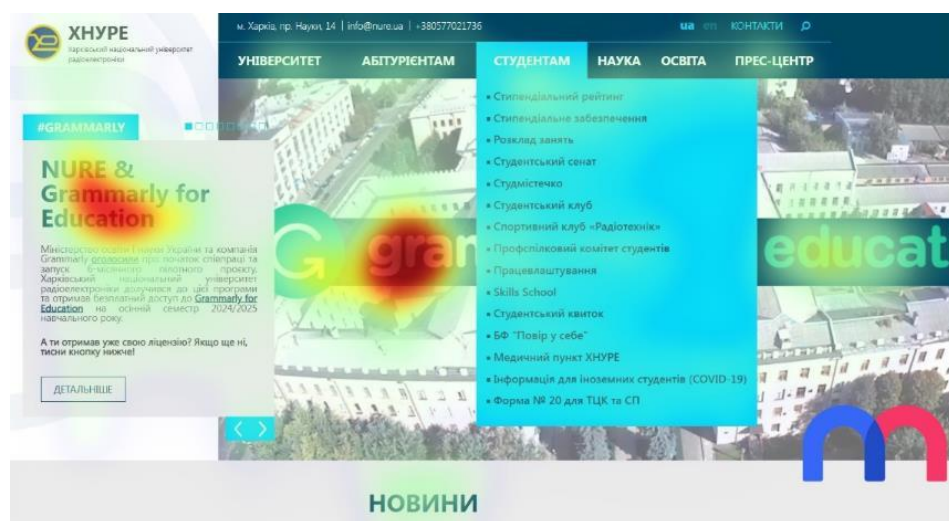


Рисунок 3.20 – Теплова карта навігації по розділу «Студентам» для сайту №1 «ХНУРЕ»

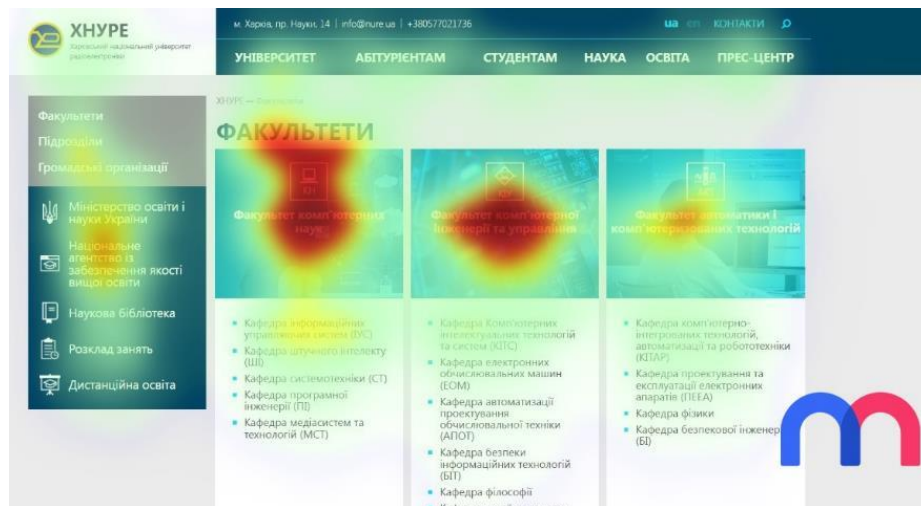


Рисунок 3.21 - Теплова карта навігації по розділу «Факультети»
для сайта №1 «ХНУРЕ»

Аналіз теплових карт сайта «ХНУРЕ» показує, що важливі елементи не відволікають увагу користувача при навігації та перегляді розділів веб-сайта, сайт має потенційно добрий користувацький досвід.

Для сайта №2 «Dim Ria» були згенеровані наступні теплові карти для оцінки функцій навігації та вибору фільтрів (рис. 3.22-3.24).

Аналіз теплових карт сайта «Dim Ria» показує, що меню з позначками у на правій частині мапи не є критичним, але привертає багато уваги. Це може бути потенційна область для покращення юзабіліті на веб-сайті. Критичність даної проблеми складає 3 бали.

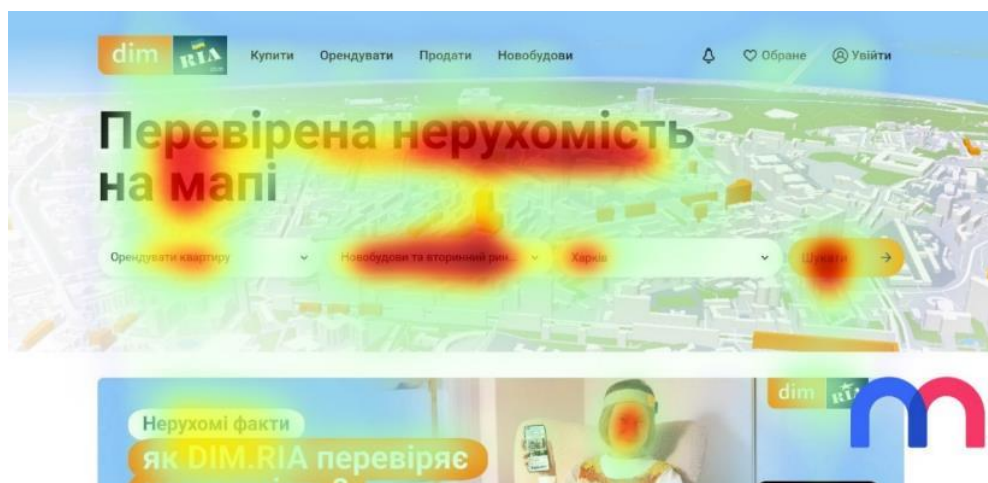


Рисунок 3.22 – Теплова карта навігації по головній сторінці сайта №2 «Dim Ria»

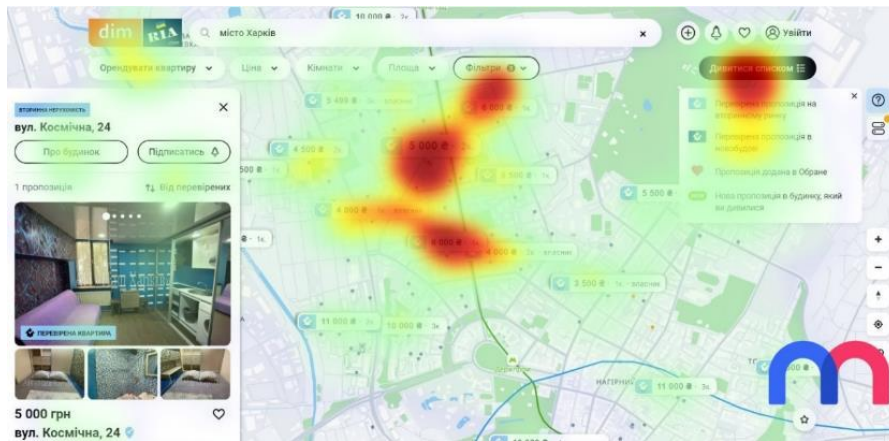


Рисунок 3.23 – Теплова карта навігації по мапі на сайті №2 «Dim Ria»

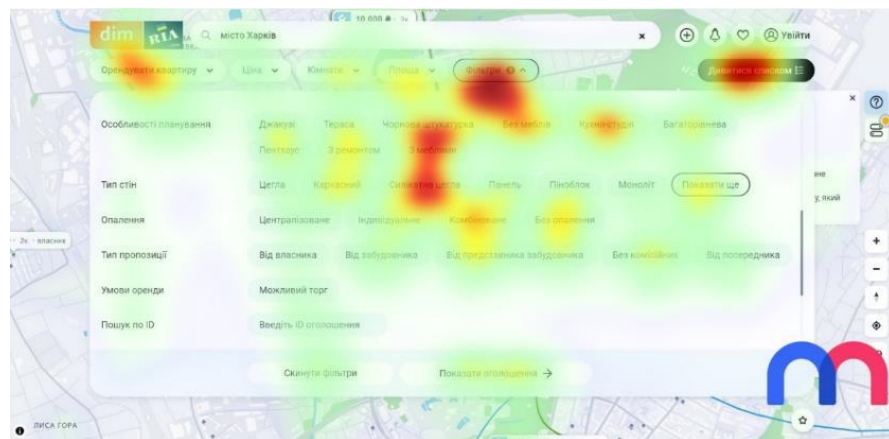


Рисунок 3.24 – Теплова карта для вибору фільтрів на сайті №2 «Dim Ria»

Для сайта №3 «Drink Arizona» були згенеровані наступні теплові карти для аналізу функції навігації у квізі (рис. 3.25-3.27).

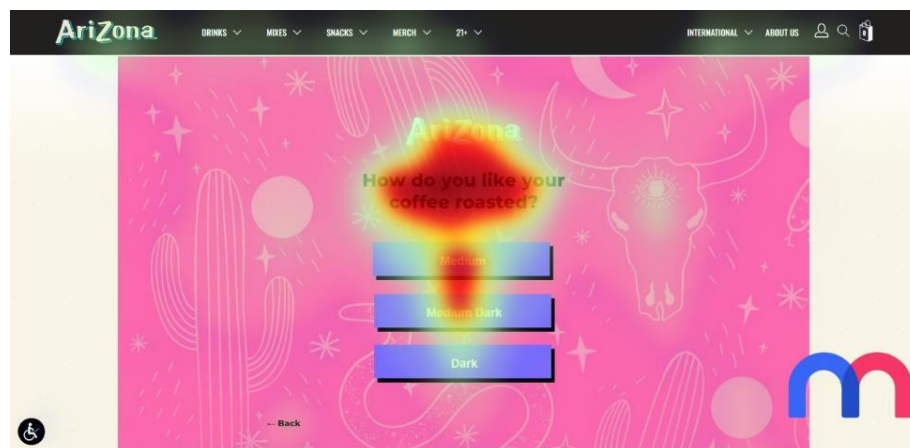


Рисунок 3.25 – Теплова карта для варіантів відповідей на квіз у вигляді списку прямокутників з текстом на сайті №3 «Drink Arizona»

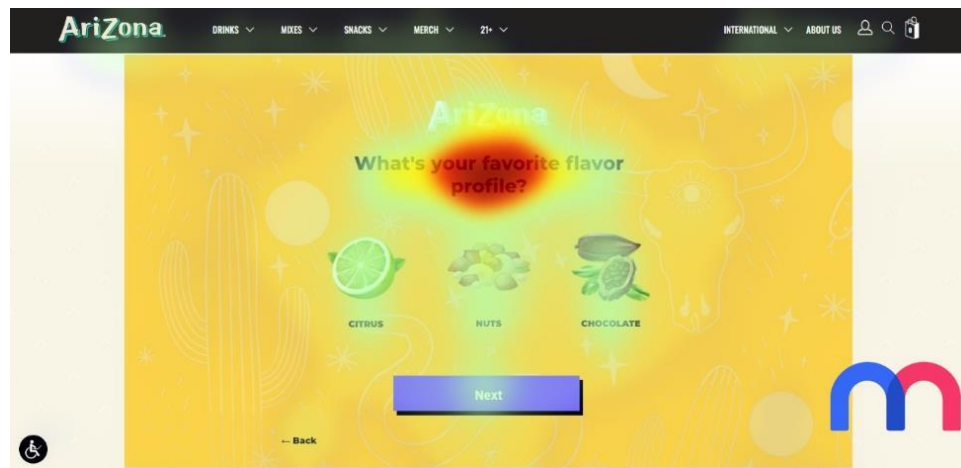


Рисунок 3.26 – Теплова карта для варіантів відповідей на квіз у вигляді списку зображень та їх назв на сайті №3 «Drink Arizona»

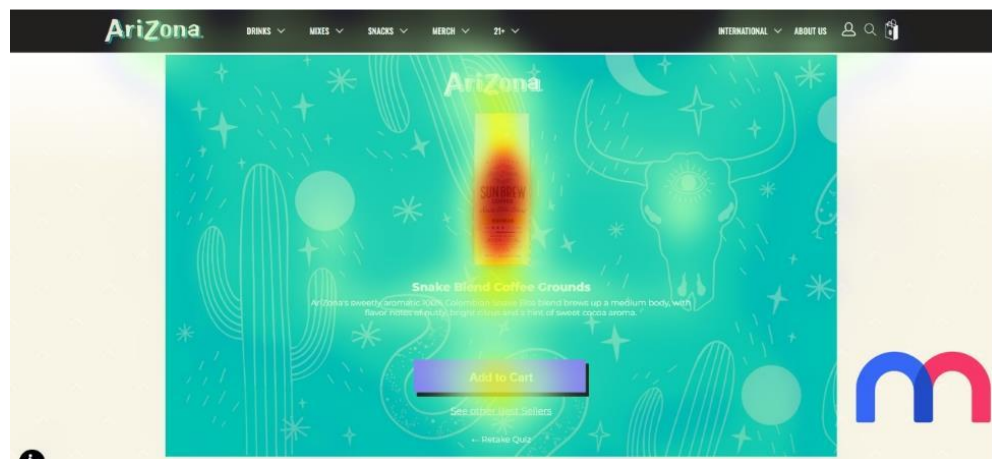


Рисунок 3.27 – Теплова карта з результатами квізу на сайті №3 «Drink Arizona»

Аналіз теплових карт сайта «Drink Arizona» показує, що варіанти відповідей у вигляді списку прямокутників з текстом відволікають увагу користувача від основного питання, що є потенційною областю для доопрацювання. Критичність даної проблеми складає 2 бали.

Для сайта №4 «MakeMyTrip» були згенеровані наступні теплові карти для аналізу функції навігації у квізі (рис. 3.28-3.30).

Аналіз теплових карт сайта «Drink Arizona» показує правильне очікуване розподілення уваги по найважливішим елементам, що свідчить про зручність використання сайта.

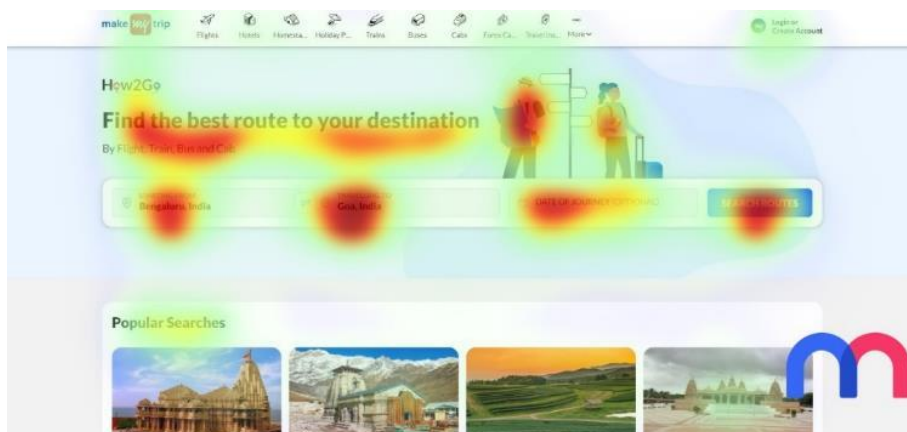


Рисунок 3.28 - Теплова карта сторінки How2Go з пошуком на сайті №4 «MakeMyTrip»

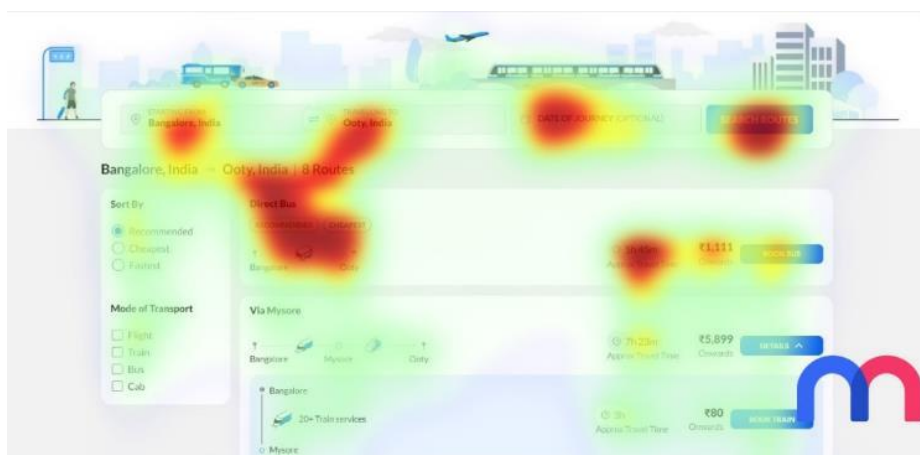


Рисунок 3.29 - Теплова карта сторінки How2Go з результатами пошуку та фільтрами на сайті №4 «MakeMyTrip»

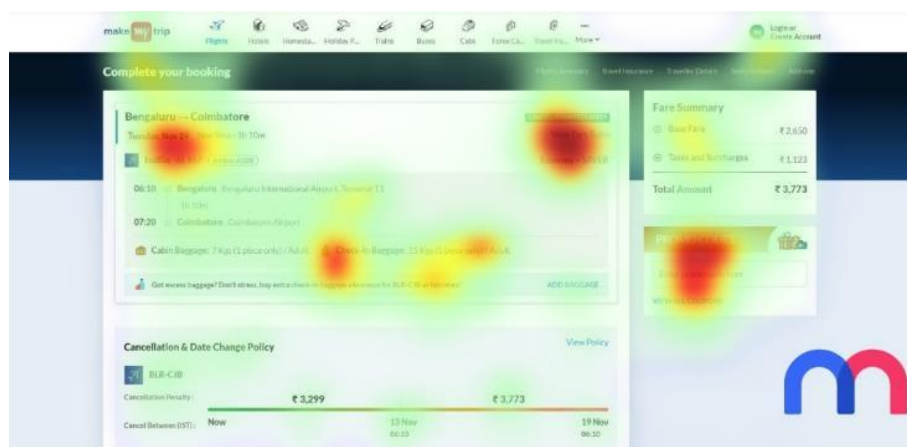


Рисунок 3.30 - Теплова карта сторінки Замовлення Квитка з полем для промо коду на сайті №4 «MakeMyTrip»

Таким чином, при аналізі теплових карт веб-сайтів було знайдено 2 дефекти із середньою критичністю (3 та 2 бали) на сайтах «Dim Ria» та «Drink Arizona», проблем із неправильним залученням уваги користувача на сайтах «ХНУРЕ» та «MakeMyTrip» не було виявлено.

При проведенні функціонального тестування для кожного з обраних сайтів вище виявляємо їх ключові функції, які необхідно буде перевірити, використовуючи різні техніки тест-дизайну.

На сайті №1 «ХНУРЕ» ключовою є функція навігації. Для неї можливо провести тестування навігації за розділами та сторінками на веб-сайті з використанням техніки тестування переходів станів (state transition testing). Спочатку були визначені основні стани веб-сайта або цільові сторінки, наприклад: Головна сторінка, розділ Університет, розділ Абітурієнтам, розділ Студентам, розділ Наука, розділ Освіта, розділ Прес-центр, розділ Контакти, а також пошуковий рядок поряд з Контактами.

Далі були визначені основні ключові переходи між сторінками (станами) та створена матриця переходів між станами із описом очікуваної поведінки системи. Після виконання тестових завдань результати тестування навігації для сайту №1 «ХНУРЕ» були занесені до таблиці 3.17.

Таблиця 3.17 – Результати тестування переходів між станами для оцінки навігації на сайті №1 «ХНУРЕ»

Стан	Перехід	Цільовий стан	Очікувана поведінка	Актуальна поведінка	Опис помилки
Головна сторінка	Натиснути на «Університет»	Сторінка Університет	Відображається список доступної інформації про університет	PASS	
Головна сторінка	Натиснути на «Абітурієнтам»	Сторінка Абітурієнтам	Відображається список посилань для абітурієнтів	PASS	
Головна сторінка	Натиснути на «Студентам»	Сторінка Студентам	Відображається список посилань для студентів	PASS	
Головна сторінка	Натиснути на «Наука»	Сторінка Наука	Відображається список посилань про науку в університеті	PASS	

Продовження таблиці 3.17

Стан	Перехід	Цільовий стан	Очікувана поведінка	Актуальна поведінка	Опис помилки
Головна сторінка	Натиснути на «Освіта»	Сторінка Освіта	Відображається список посилань про факультети	PASS	
Головна сторінка	Натиснути на «Прес-центр»	Сторінка Прес-центр	Відображається список новин та подій	PASS	
Головна сторінка	Натиснути на «Контакти»	Сторінка Контакти	Відображається контактна інформація для зв'язку з університетом	PASS	
Сторінка «Студентам»	Перейти на «Розклад занять»	Сторінка з розкладом занять	Відображається сторінка сервісу с розкладом	PASS	
Сторінка «Абітурієнту»	Перейти на Спеціальності -> КН	Сторінка про спеціальність КН	Відображається сторінка з описом спеціальностей на КН	PASS	
Сторінка «Абітурієнту»	Перейти на головну	Головна сторінка	Відображається головна сторінка	PASS	
Головна сторінка	Всередині головної сторінки перейти на «Дистанційна освіта» в меню справа	Сторінка сервісу DL NURE	Відображається сторінка сервісу DL NURE	FAIL	Не відкривається сторінка сервісу DL NURE
Головна сторінка	Перейти на Освіта – Факультети у нижній частині сайту	Сторінка «Факультети»	Відображається сторінка «Факультети»	PASS	
Сторінка «Абітурієнтам»	Перейти на Правила прийому 2024. Натиснути на «Правила прийому до ХНУРЕ в 2024 році»	Сторінка для Абітурієнта	Завантажується PDF файл з правилами прийому	PASS	

Для проведення функціонального тестування пошукового рядку були проведені перевірка основних сценаріїв використання та негативне тестування. Отримані тестові сценарії та актуальні тестові результати представлені в табл. 3.18.

Таблиця 3.18 – Результати тестування пошукового рядку на сайті №1 «ХНУРЕ»

№	Опис сценарію	Очікувана поведінка	Актуальна поведінка	Опис помилки
1	Пошук по існуючому запиту	Результати пошуку відповідають введеному запиту	PASS	
2	Пошук по неіснуючому запиту	Пустий результат пошуку	FAIL	Видає результати для латиниці
3	Пошук по частині слова або фрази	Результати пошуку містять частину слова або фрази із запиту	PASS;	
4	Пошук з використанням різного регістру	Пошук не є чутливим до різного регістру	PASS	
5	Пошук з використанням спец символів	Спец символи ігноруються, видаються результати пошуку по запиту	PASS	
6	Пошук без наведення курсору на пошуковий рядок	Результати пошуку відповідають введеному запиту	FAIL	Не запускається пошук
7	Пошук без параметрів	Повертається пустий результат	FAIL	Дає результати

На сайті №2 «Dim Ria» ключовими є функції навігації та використання фільтрів. Після проведення тестування переходів станів були отримані результати тестування, представлені у табл. 3.19.

Таблиця 3.19 – Результати тестування переходів між станами для оцінки навігації на сайті №2 «Dim Ria»

Стан	Перехід	Цільовий стан	Очікувана поведінка	Актуальна поведінка	Опис помилки
Головна сторінка	Обрати Оренда квартири в м. Харків -> Запустити пошук	Сторінка з наявними квартирами на мапі	Відображаються об'єкти оренди на мапі	PASS	
Сторінка з квартирами на мапі	Натиснути на квартиру позначеною прямокутником або точкою	Панель зліва з деталями квартири	Відображаються деталі квартири у панелі зліва	PASS	
Панель зліва з деталями квартири	Натиснути на адресу квартири	Сторінка з деталями квартири	Відображається повний список деталей квартири	PASS	
Сторінка з деталями квартири	Натиснути на стрілочку «Назад» на фото	Сторінка з квартирами на мапі	Відображаються деталі квартири у панелі зліва	PASS	

Продовження таблиці 3.19

Стан	Перехід	Цільовий стан	Очікувана поведінка	Актуальна поведінка	Опис помилки
Сторінка з квартирами на мапі	Перейти на головну	Головна сторінка	Відображаються поля для пошуку та кнопка «Шукати»	PASS	
Сторінка з квартирами на мапі	Пошук по вулиці Наукова	Сторінка з квартирами на мапі	Виділена вулиця із запиту та показані об'єкти поблизу неї	PASS	
Сторінка з квартирами на мапі	Використання масштабу («+», «-»)	Сторінка з квартирами на мапі	Відбувається масштабування мапи	PASS	

Функціональне тестування пошукового рядку на сайті «Dim Ria» було виконане за допомогою перевірки основних сценаріїв використання та позитивного і негативного тестування пошукового рядку. Тестові сценарії та отримані результати представлені в табл. 3.20.

Таблиця 3.20 – Результати тестування пошукового рядку на сайті №2 «Dim Ria»

№	Опис сценарію	Очікувана поведінка	Актуальна поведінка	Опис помилки
1	Пошук по існуючому запиту	Результати пошуку відповідають введеному запиту	PASS	
2	Пошук по неіснуючому запиту	Пустий результат пошуку	FAIL	Видає результати для латиниці
3	Пошук по частині слова або фрази	Результати пошуку містять частину слова або фрази із запиту	PASS	
4	Пошук з використанням різного регістру	Пошук не є чутливим до різного регістру	PASS	
5	Пошук з використанням спец символів	Спец символи ігноруються, видаються результати пошуку по запиту	PASS	

Для тестування фільтрів на веб-сайті №2 «Dim Ria» була застосована техніка сценарного тестування найпопулярніших сценаріїв (Scenario-based Testing), через наявність великої кількості фільтрів. Після виконання тестових завдань, були отримані результати, наведені в табл. 3.21.

Таблиця 3.21 – Результати тестування сценаріїв на сайті №2 «Dim Ria»

№	Опис сценарію	Очікувана поведінка	Актуальна поведінка	Опис помилки
1	Застосувати фільтр «Тип нерухомості»	Результати відфільтровані коректно	PASS	
2	Застосувати фільтр «Поверх»/«Поверховість» з вводом валідних значень	Результати відфільтровані коректно	PASS	
3	Застосувати фільтр «Поверх»/«Поверховість» з вводом невалідних значень	Невалідні значення ігноруються	PASS	
4	Застосувати фільтр «Можна з тваринами»	Результати відфільтровані коректно	PASS	
5	Застосувати фільтр «Особливості планування»	Результати відфільтровані коректно	PASS	
6	Застосувати фільтр «Опалення»	Результати відфільтровані коректно	PASS	
7	Застосувати фільтр «Умови оренди»	Результати відфільтровані коректно	PASS	
8	Застосувати фільтр «Пошук по ID»	Результати відфільтровані коректно	PASS	
9	Застосувати фільтр «Період подачі»	Результати відфільтровані коректно	PASS	
10	Скинути фільтри	Виділені фільтри скинуто	PASS	
11	Застосувати декілька фільтрів одразу	Результати відфільтровані коректно	PASS	
12	Застосувати майбутні дати у фільтрі «Період подачі»	Результати не знайдені	PASS	
13	Застосувати фільтр «Пошук по ID» та майбутні дати у фільтрі «Період подачі»	Результати не знайдені	FAIL	Результати повертаються

На сайті №3 «Drink Arizona» ключовою є функція навігації при проходженні квізу. На основі використання техніки тестування переходів станів були сформовані тестові сценарії та проведено тестування, результати якого представлені у табл. 3.22.

На сайті №4 «MakeMyTrip» ключовими є функції навігації, використання фільтрів та використання промо коду зі знижкою.

На основі використання техніки тестування переходів станів були сформовані тестові сценарії та проведено тестування, результати якого представлені у табл. 3.23.

Таблиця 3.22 – Результати тестування переходів станів на сайті №3
«Drink Arizona»

Стан	Перехід	Цільовий стан	Очікувана поведінка	Актуальна поведінка	Опис помилки
Сторінка з введенням ім'я	Ввести ім'я, натиснути Next	Сторінка з вибором типу кави	Відображаються опції з типом кави (coffee pods, ground coffee), є кнопка повернення назад	PASS	
Сторінка з вибором типу кави	Обрати тип кави	Сторінка з вибором ступеня обсмаження зерна	Відображаються опції ступеня обсмаження, є кнопка повернення назад	PASS	
Сторінка з вибором ступеня обсмаження зерна	Обрати тип аромату напою	Сторінка з вибором міцності кави	Відображаються опції вибору міцності, є кнопка повернення назад	PASS	
Сторінка з вибором міцності кави	Обрати міцність кави	Сторінка з вибором температури напою	Відображаються опції вибору температури напою, є кнопка повернення назад	PASS	
Сторінка з вибором температури напою	Обрати температуру напою	Сторінка з вибором місця споживання напою	Відображаються опції місця споживання, є кнопка повернення назад	PASS	
Сторінка з вибором місця споживання напою	Натиснути кнопку Back	Сторінка з вибором температури напою	Відображаються опції вибору температури напою, є кнопка повернення назад	FAIL	Не видно обраний варіант відповіді
Сторінка з вибором температури напою	Обрати температуру напою	Сторінка з вибором місця споживання напою	Відображаються опції місця споживання, є кнопка повернення назад	PASS	
Сторінка з вибором місця споживання напою	Вибрати місце споживання	Сторінка підтвердження	Відображається сторінка підтвердження	PASS	
Сторінка підтвердження	Натиснути «No thanks, just show me the results»	Сторінка з результатом	Відображається сторінка з результатом	PASS	
Сторінка з результатом	Натиснути Add to Cart -> Go to cart	Рекомендований продукт доданий до кошика	Відображається Корзина з рекомендованим продуктом	FAIL	Корзина порожня

Продовження таблиці 3.22

Стан	Перехід	Цільовий стан	Очікувана поведінка	Актуальна поведінка	Опис помилки
Сторінка результатом	з Натиснути «See other best sellers»	Сторінка з напоями-бестселерами	Відображається сторінка з напоями-бестселерами	FAIL	1. Помилка 404 2. Елемент зі знижкою перекритий значком accessibility
Сторінка результатом	з Натиснути «Retake Quiz»	Сторінка з вибором типу кави	Відображається сторінка із вибором типу кави	PASS	
Сторінка вибором міцності кави	з Натиснути Back	Сторінка з вибором ступеня обсмаження зерна	Відображається сторінка із вибором ступеня обсмаження зерна	PASS	

Таблиця 3.23 – Результати тестування переходів станів на сайті №4 «MakeMyTrip»

Стан	Перехід	Цільовий стан	Очікувана поведінка	Актуальна поведінка	Опис помилки
Початкова сторінка How2Go	Обрати початкову та кінцеву точки маршрутів	Сторінка з How2Go результатами	Відображаються результати пошуку, фільтри	PASS	
Початкова сторінка How2Go	Обрати початкову та кінцеву точки маршрутів, вибрати бажані дати	Сторінка з How2Go результатами	Відображаються результати пошуку, фільтри	PASS	
Початкова сторінка How2Go	Обрати маршрут зі списку нижче	Сторінка з How2Go результатами	Відображаються результати пошуку, фільтри	PASS	
Сторінка з How2Go результатами	Вибрати один із маршрутів де є літак. Натиснути Book Flight	Сторінка вибору квитків на літак	Відображаються доступні варіанти квитків на літак	FAIL	Відкривається додаткова сторінка для замовлення квитка, з якої неможливо повернутися на сторінку How2Go
Сторінка вибору квитків на літак	Обрати будь-який квиток. Натиснути View Prices	Модальне вікно Fare Options	Відображаються варіанти вартості квитка	PASS	

Продовження таблиці 3.23

Стан	Перехід	Цільовий стан	Очікувана поведінка	Актуальна поведінка	Опис помилки
Модальне вікно Fare Options	Обрати будь-яку ціну квитка. Натиснути Book Now	Сторінка з деталями замовлення квитка	Відображається сторінка з деталями замовлення	PASS	
Сторінка How2Go з результатами	Вибрати один із маршрутів де є потяг. Натиснути Book Train	Сторінка вибору квитків на потяг	Відображаються доступні варіанти квитків на потяг	FAIL	Повертається помилка «Oops, something went wrong»

Функціональне тестування пошукового рядку на сторінці How2Go сайту «MakeMyTrip» було виконане за допомогою перевірки основних сценаріїв використання та негативного тестування. Тестові сценарії та актуальні тестові результати занесено до табл. 3.24.

Таблиця 3.24 – Результати тестування пошуку маршрутів на сайті №4 «MakeMyTrip»

№	Опис сценарію	Очікувана поведінка	Актуальна поведінка	Опис помилки
1	Пошук по існуючому маршруту	Результати пошуку відповідають введеному запиту		
2	Пошук по неіснуючому маршруту	Пустий результат пошуку	FAIL	Пошук не запускається і не видно підказки чому
3	Пошук по частині слова або фрази	Результати пошуку містять частину слова або фрази із запиту	PASS	
4	Пошук з використанням різного регістру	Пошук не є чутливим до різного регістру	PASS	
5	Пошук з використанням спец символів	Пошук не запускається	PASS	
6	Натиснути на поле для пошуку після отримання результатів	Відкривається випадаючий список із введеним пунктом	FAIL	Відображається «No Locations Found»
7	Поміняти введені початкову та кінцеву точку місцями, запустити пошук	Повертаються коректні результати	PASS	

При тестуванні фільтрації результатів за ціною, швидкістю та типом транспорту на сторінці How2Go сайта «MakeMyTrip» були складені найбільш типові сценарії використання фільтрів користувачем. Після виконання тестових завдань були отримані результати, представлені в табл. 3.25.

Таблиця 3.25 – Результати тестування застосування фільтрів на сторінці маршрутів на сайті №4 «MakeMyTrip»

№	Опис сценарію	Очікувана поведінка	Актуальна поведінка	Опис помилки
1	Застосувати фільтр «Recommended»	Результати відфільтровані коректно	PASS	
2	Застосувати фільтр «Cheapest»	Повертаються лише найдешевші результати	PASS	
3	Застосувати фільтр «Fastest»	Повертаються лише найшвидші результати	PASS	
4	Застосувати фільтр «Flight»	Повертаються лише маршрути для літаків	PASS	
5	Застосувати фільтр «Train»	Повертаються лише маршрути для потягів	PASS	
6	Застосувати фільтр «Bus»	Повертаються лише маршрути для автобусів	PASS	
7	Застосувати фільтр «Cab»	Повертаються лише маршрути для кебів	PASS	
8	Застосувати фільтр який не дає результатів	Пустий результат	FAIL	Повертається помилка «Oops, something went wrong»

Тестування використання промо кодів було виконане за допомогою створення позитивних та негативних сценарії їх застосування. Отримані результати тестування приведені у табл. 3.26.

Таблиця 3.26 – Результати тестування використання промо коду на сайті №4 «MakeMyTrip»

№	Опис сценарію	Очікувана поведінка	Актуальна поведінка	Опис помилки
1	Застосувати фільтр «Тип нерухомості»	Результати відфільтровані коректно	PASS	
2	На сторінці з деталями квитка ввести валідний промо код MMTSUPER	Промо код примінився, ціну квитка знижено	PASS	

Продовження таблиці 3.26

№	Опис сценарію	Очікувана поведінка	Актуальна поведінка	Опис помилки
3	На сторінці з деталями квитка ввести невалідний промо код	Помилка «Sorry! Promocode used is not applicable at the moment.»	PASS	
4	Використати промо код з меню View All Coupons	Промо код примінився, ціну квитка знижено	PASS	
5	Видалити промо код Remove	Промо код відмінено, ціна без знижки	PASS	
6	Використати вже вживаний промо код ще раз через поле для введення купону	Помилка	FAIL	Промо код відмінено, ціна без знижки
7	Використати декілька купонів	Примінився лише останній купон	PASS	

Після виконання усіх тестових завдань був сформований загальний звіт за помилками, знайденими в ході функціонального тестування, представлений в табл. 3.27.

Таблиця 3.27 – Результати функціонального тестування сайтів

Сайт	Функція	Помилка	Критичність помилки
ХНУРЕ	Навігація	З головної сторінки не відкривається сторінка сервісу DL NURE	4
		Пошук по неіснуючому ключу видає результати для латиниці	2
		Пошук не запускається, якщо курсор не наведений на пошуковий рядок	4
		Пошук по пустому рядку видає результати	3
Dim Ria	Навігація	Пошук по неіснуючому ключу видає результати для латиниці	3
	Фільтри	Повертаються результати, якщо застосувати фільтр «Пошук по ID» та майбутні дати у фільтрі «Період подачі»	2
Drink Arizona	Навігація	Не видно обраний варіант відповіді при поверненні на попередній крок квізу	3
		Порожня корзина при додаванні товарів через Add to Cart	4
		Помилка 404 при переході на сторінку з популярними напоями	4
		Елемент зі знижкою перекритий значком Accessibility при спробі переглянути популярні товари	2

Продовження таблиці 3.27

Сайт	Функція	Помилка	Критичність помилки
MakeMyTrip	Навігація	Повертається помилка «Oops, something went wrong» при переході із маршруту з потягом на сторінку вибору квитка на потяг	4
		Пошук по неіснуючому маршруту не запускається і не видно підказки чому	3
		Відображається «No Locations Found» при натисненні на поле для пошуку після отримання результатів	2
		При переході на сторінку вибору квитків відкривається додаткова сторінка для замовлення квитка, з якої неможливо повернутися на сторінку How2Go	4
	Фільтри	Повертається помилка «Oops, something went wrong» при застосуванні фільтру, який не дає результатів	4
	Промо коди	Промо код відмінено автоматично при використанні вже вживаного промо коду ще раз через поле для введення купону	3

При тестуванні було виявлено 7 критичних та 9 незначних дефектів.

4 РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ТЕСТУВАННЯ

4.1 Аналіз результатів експерименту

Для формування методики тестування інтерфейсів сайтів доцільним буде виконати порівняльний аналіз отриманих результатів роботи по кожному з методів. Тестування є важливим етапом у життєвому циклі програмного продукту, проте необхідно враховувати, що воно може бути виконане і в умовах експлуатації продукту по запитам користувачів або команди розробки, менеджерів проєкту.

В таких умовах важливою є можливість адаптації до конкретної ситуації на проєкті, яка залежить від потреб проєкту, наявних ресурсів (людські, фінансові, технічні та ін.), типу робочого продукту та його ризиків, якою є сфера використання продукту та корпоративна культура проєкту [4].

Для отримання якісного підходу до тестування сайта в умовах його експлуатації необхідно визначити складність сайта та проєкту, а також рівень формальності підходу до тестування, що буде прийнятним в існуючих умовах. Якщо в продукті плануються зміни в дизайні або з боку коду, то необхідно не забувати, що тестування змін у продукті в умовах експлуатації включає як оцінку успішності впровадження змін, так і перевірку можливих регресій в частинах системи, які залишаються незмінними (що зазвичай складає більшу частину системи).

За відгуками учасників процесу розробки програмних продуктів, на ступінь формальності підходу тестування системи на даний час мають вплив наступні показники проєкту:

- критичність та складність системи;
- розмір змін у системі;
- наявність ресурсів для виконання проєкту;
- зрілість процесу розробки системи.

Загалом, в класичному підході до тестування керуються принципом, що при наявності наступних факторів вимагається збільшення рівня ретельності виконання задач, таких як покриття системи тестами та тестування, обговорення отриманих результатів, їх документування у формі звітів та надання команді розробки та менеджера проекту:

- збільшення складності системи;
- збільшення формальності в процесі розробки програмного забезпечення;
- збільшення кількості внесення змін до системи;
- збільшення ризику змін в системі.

Проте необхідно не забувати, що рівень ретельності тестування та оформлення документації результатів залежить від наявних ресурсів, наприклад виділених людей та часу на тестування. Також при виборі методу тестування необхідно враховувати його швидкість, витрати у ресурсах (напр. кількість задіяних учасників тестування), переваги та недоліки.

При оцінці складності сайту враховують декілька показників, такі як кількість та різноманітність функцій, наявність інтерактивних елементів, інтеграція із зовнішніми системами, рівень складності коду, фреймворків, можливість роботи із великою кількістю даних, складність елементів інтерфейсу та контенту, наявність механізмів, що підвищують безпеку, тощо. Чим більше таких показників присутні на сайті, тим він є складнішим.

Розглянемо отримані переваги та недоліки роботи методів тестування, що були використані під час експерименту.

1. Евристичне тестування.

Переваги:

- швидке виконання;
- знаходить основні дефекти в дизайні та юзабіліті сайту.

Недоліки:

- необхідність пошуку групи експертів;
- результат залежить від досвіду експерта;

- можливо отримати неточні результати через розбіжності у думках експертів, що потребує повторного тестування;

- метод не знаходить критичних помилок в навігації та фільтрації результатів на складних сайтах типу «MakeMyTrip»;

- метод не знаходить помилок середньої критичності, пов'язаних з неоптимізованим мобільним дизайном, проблемами з продуктивністю скриптів та повільним завантаженням сайту на мобільних пристроях.

2. Юзабіліті тестування задач.

Переваги:

- правильний підбір експертів дозволяє знайти велику кількість критичних помилок з боку юзабіліті та функціональності сайту;

- отримання якісної інформації про рівень задоволеності роботи з сайтом.

Недоліки:

- необхідність у пошуку респондентів, що може займати багато часу;
- у разі вибору неправильних груп респондентів (вік, рівень знання комп'ютерних технологій, досвід використання аналогічних продуктів) можна отримати неточні результати;

- неправильно сформульовані питання в опитуванні можуть призвести до отримання неякісних результатів;

- якщо до тестування не залучати розробників та тестувальників, то кількість знайдених критичних помилок буде значно нижче.

3. Аналіз АІ теплових карт

Переваги:

- швидкість результатів обробки;
- можливо використовувати без доступу до коду сайту.

Недоліки:

- необхідно отримати згоду менеджера проєкту перед використанням сервісу;

- метод не знаходить значну кількість критичних помилок.

4. Функціональне тестування

Переваги:

- знаходження основних критичних дефектів з боку функціональності;
- знайдені дефекти у більшості випадків співпадають із дефектами в юзабіліті, що вказує на важливість знайдених проблем;
- метод знаходить помилки як у інтерфейсі, так і при взаємодії інтерфейсу з API, сервером, сторонніми сервісами.

Недоліки:

- метод не дозволяє якісно оцінити зручність використання інтерфейсу;
- для складання тестових сценаріїв, які знаходять помилки та не займають багато часу на виконання, потрібен досвідчений QA тестувальник.

На основі отриманих даних тестування був виконаний аналіз результатів використання тестових методів в умовах експлуатації 4 веб-сайтів, приведений в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Результати використання тестових методів для 4 сайтів

Метод	Середня кількість знайдених помилок	Середня тривалість виконання 1 учасником	Кількість учасників	Кількість робочих днів
Евристичне тестування	3,5	20 хв	6	1
Юзабіліті тестування задач	6,25	25 хв	312	10
Аналіз AI теплових карт	0,5	1 год (45 хв на вибір ключових об'єктів інтерфейсу, підготовку скріншотів та 15 хв на аналіз результатів)	1	1
Функціональне тестування	4	8 год	1	1

Для виявлення типових ситуацій на проєктах, коли необхідне тестування сайта, що знаходиться в експлуатації, було проведено опитування серед ІТ-спеціалістів, що приймають участь в розробці програмних продуктів та на основі їх накопиченого досвіду були визначені 7 можливих варіантів проєктів.

1. Сайт простої складності, команда розробки є невеликою (2-5 людей), на тестування виділено небагато ресурсів та часу, немає формально визначеного процесу тестування. Плануються зміни у дизайні та інтерфейсі сайту (напр. мобільна адаптація сайту, оптимізація інтерфейсу). Змін у серверній частині не заплановано.

2. Сайт простої складності, команда розробки є невеликою (2-5 людей), на тестування виділено небагато ресурсів та часу, немає формально визначеного процесу тестування. Плануються зміни у серверній частині сайту (напр. оптимізація продуктивності сайту, інтеграція сайту з зовнішніми сервісами). Змін у дизайні не заплановано.

3. Сайт середньої складності, команда розробки є середньою (5-10 людей), на тестування виділено небагато ресурсів та часу, немає формально визначеного процесу тестування. Плануються зміни у дизайні або інтерфейсі та буде змінюватися серверна частина, API сайту.

4. Сайт середньої складності, команда розробки є середньою (5-10 людей), на тестування виділено достатньо ресурсів та часу, є формально визначений процес тестування. Плануються незначні зміни у дизайні або інтерфейсі (напр. спрощення ключових елементів типу фільтрів) та зміни у серверній частині (впровадження хмарних технологій або інтеграція з платіжними системами).

5. Сайт середньої складності, команда розробки є середньою (5-10 людей), на тестування виділено достатньо ресурсів та часу, є формально визначений процес тестування. Плануються значні зміни у дизайні або інтерфейсі (напр. спрощення навігації на сайті, мобільна адаптація, оптимізація кошика та купонів). Зміни у серверній частині сайту не плануються.

6. Сайт високої складності (але з невеликим трафіком), велика команда розробки (10-30 людей), на тестування виділено достатньо ресурсів та часу, є формально визначений процес тестування. Плануються незначні зміни в дизайні та інтерфейсі, а також буде змінена серверна частина (напр. оптимізація серверної архітектури).

7. Сайт високої складності (з великим трафіком), велика команда розробки (10-30 людей), на тестування виділено достатньо ресурсів та часу, є формально визначений процес тестування. Плануються зміни в дизайні та інтерфейсі, а також покращення в серверній частині.

Приймаючи до уваги отримані результати аналізу тестових методів, наведені вище, та враховуючи можливі типи проєктів були сформовані наступні варіанти використання методики.

1. Для проєкту №1 доцільним буде використання евристичного тестування та аналізу АІ теплових карт, що забезпечить швидке виконання тестових сценаріїв та знаходження найбільш критичних помилок зручності використання сайту. При невеликій кількості людей на проєкті можна задіяти 3 експерти з юзабіліті та скласти просту, але ефективну тестову документацію (тестовий план, тестові сценарії, результати тестування, звіти із дефекти).

2. Для проєкту №2 доцільним буде використання евристичного тестування та функціонального тестування, що забезпечить швидке виконання юзабіліті тестових сценаріїв та приділення більшої уваги знаходженню критичних дефектів взаємодії інтерфейсу та API, сервісів. Юзабіліті тестування рекомендується виконати, особливо якщо змінився спосіб взаємодії користувача з сайтом. При невеликій кількості людей на проєкті можна задіяти 3 експерти з юзабіліті та скласти просту, але ефективну тестову документацію.

3. Для проєкту №3 можна використати евристичне тестування та функціонального тестування, що забезпечить швидке виконання юзабіліті тестових сценаріїв та можливість ретельного пошуку критичних дефектів взаємодії інтерфейсу та API. При невеликій кількості людей на проєкті можна задіяти 3 експерти з юзабіліті та скласти просту, але ефективну тестову документацію.

4. Для проєкту №4 можна використати евристичне тестування, аналіз АІ теплових карт та функціональне тестування, що забезпечить знаходження найбільш критичних дефектів та правильний розподіл зусиль у тестуванні з

акцентуванням уваги на пошуку функціональних помилок. Необхідно приділити увагу складанню тестової документації (тест план, тести, дефекти) та ретельно підготувати звіт з результатами.

5. Для проєкту №5 доцільним буде використання евристичного тестування, аналізу АІ теплових карт, юзабіліті тестування задач та функціонального тестування, що забезпечить комплексну оцінку зручності інтерфейсу сайту та коректності роботи ключових функцій. Необхідно приділити увагу складанню тестової документації (тест план, тести, дефекти) та ретельно підготувати звіт з результатами.

6. Для проєкту №6 доцільним буде використання евристичного та функціонального тестування, що забезпечить експрес-перевірку юзабіліті та знаходження найбільш критичних дефектів при взаємодії інтерфейсу і API частини. Необхідно приділити увагу складанню тестової документації (тест план, тести, дефекти) та ретельно підготувати звіт з результатами.

7. Для проєкту №7 доцільним буде використати евристичне тестування, юзабіліті тестування задач, аналіз АІ теплових карт та функціонального тестування, що забезпечить отримання якісного уявлення про роботу найважливіших функцій сайту. Для отримання якісних даних юзабіліті тестування сайту на проєкті №7 доцільно залучити велику кількість учасників, що належать цільовій аудиторії та дати їм виконати тестові завдання на різних пристроях та браузерях. Необхідно приділити увагу складанню тестової документації (тест план, тести, дефекти) та ретельно підготувати звіт з результатами.

4.2 Методика тестування інтерфейсів сайтів

Відповідно до розглянутих сценаріїв тестування, розглянута методика тестування складається з наступних етапів.

1. Аналіз показників проєкту:

- критичність та складність сайту;

- заплановані зміни у сайті (дизайн, інтерфейс, серверна частина) (якщо можливо);

- розмір змін у сайті (якщо можливо);
- наявність ресурсів для виконання проєкту;
- зрілість процесу розробки сайту.

2. Визначення ключових задач користувачів на сайті:

- використати досвід роботи з аналогічними продуктами;
- використати відгуки користувачів;
- за можливості використати дані веб-аналітики.

3. Пошук учасників тестування:

- евристичне тестування: від 3 до 8 експертів з досвідом у дизайні та юзабіліті;

- юзабіліті тестування задач: реальні користувачі, представники основних груп цільової аудиторії. Для простих невеликих проєктів – від 5 до 20 осіб, для складних проєктів – приблизно 50-150 осіб та більше;

- аналіз AI теплових карт: 1 тестувальник з базовими знаннями про юзабіліті;

- функціональне тестування: 1 тестувальник, бажано із досвідом в UI та API тестуванні.

4. Визначити тип проєкту та відповідний йому метод тестування:

- проєкт №1. Евристичне тестування та аналіз AI теплових карт;
- проєкт №2. Евристичне тестування та функціональне тестування;
- проєкт №3. Евристичне тестування та функціональне тестування;
- проєкт №4. Евристичне тестування, аналіз AI теплових карт та функціональне тестування;
- проєкт №5. Евристичне тестування, аналізу AI теплових карт, юзабіліті тестування задач та функціонального тестування;
- проєкт №6. Евристичне та функціонального тестування;

– проєкт №7. Евристичне тестування, юзабіліті тестування задач, аналіз AI теплових карт та функціонального тестування.

5. Розробка набору тестів:

– евристичне тестування: за допомогою експертного методу визначити набір ключових евристик; скласти набір питань, що перевіряють ключові задачі сайту та покривають набір евристик; додати питання до Google Form;

– юзабіліті тестування задач: скласти набір питань, що перевіряють зручність та легкість використання ключових функцій сайту, спираючись на накопичений досвід роботи з сайтом або його аналогами; додати питання до Google Form;

– аналіз AI теплових карт: створити набір скріншотів сторінок, що покривають ключові функції та елементи інтерфейсу сайту;

– функціональне тестування: сформуванати набір тестів у табличній формі, з використанням технік тестування переходів станів, позитивного та негативного тестування, тестування сценаріїв, враховуючи ключові функції сайту.

6. Виконати тестування.

7. Задokumentувати результати тестування, проставити пріоритет знайденим помилкам.

8. Виконати аналіз знайдених помилок та зробити рекомендації щодо покращення якості сайту.

9. Передати результати тестування та рекомендації по вдосконаленню сайту команді розробки та менеджеру проєкту.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Характеристика науково-дослідної роботи

В економічній частині кваліфікаційної роботи обґрунтовано економічну доцільність витрат на проведення науково-дослідної роботи (НДР), під час якої досліджується формування методики для тестування якості та зручності використання інтерфейсів веб-сайтів, а також можливостей застосування отриманої методики.

У роботі досліджено процес вибору видів тестування для знаходження помилок на веб-сайті та розробки методики тестування інтерфейсів сайтів. Передбачено розрахунок трудомісткості, за результатами якого буде визначена тривалість розробки методики.

Реалізація розробленої методики дозволяє:

- знайти більшу кількість помилок на веб-сайті, що дозволить суттєво покращити якість готового сайту;
- отримати кількісні значення критичності знайдених помилок, що допоможе менеджеру продукту (program manager) та дизайнеру в фокусуванні уваги на головних проблемах веб-сайту та пріоритизації порядку їх виправлення;
- знизити ризики для роботи ключових функцій сайту через приділення уваги до найбільш вагомих із них та відповідних їм елементів інтерфейсу, який використовує спеціаліст з тестування програмного продукту (сайту);
- підвищити науково-технічний рівень та кваліфікацію спеціалістів з технічного тестування програмних засобів та дизайнерів.

5.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата

Під час виконання НДР був проведений огляд існуючих видів тестування для оцінки якості та зручності використання веб-сайтів, розглянуто

способи кількісного вимірювання оцінки юзабіліті веб-сайтів та технік функціонального тестування чорної скриньки (black-box testing), що можна застосувати для оцінки якості веб-сайтів. Після чого було проведено експеримент і за допомогою засобів експертної оцінки та отриманих даних розроблено методику оцінки якості веб-сайту. В результаті оцінено ефективність розробленої методики оцінки якості сайту.

Умовно НДР можна розділити на такі етапи: підготовчий, основний і заключний.

Під час виконання підготовчого етапу був виконаний аналіз проблематики тестування веб-сайтів, визначено актуальність дослідження, здійснено підбір видів тестування та критеріїв оцінки юзабіліті веб-сайтів на основі спеціальної літератури. Було визначено мету, задачі дослідження, об'єкт і предмет та сформульовано гіпотезу дослідження.

На етапі виконання основної частини НДР були виконані такі роботи:

- огляд існуючих видів тестування для оцінки якості та зручності сайту;
- проведення експерименту;
- обробка та аналіз результатів експерименту;
- розробка методики.

У заключній частині здійснюється оцінка ефективності виконання НДР, складання звіту по НДР та його захист.

Розрахунок трудомісткості робіт є найбільш складною й відповідальною частиною при плануванні НДР, адже трудові витрати часто становлять основну частину вартості науково-дослідних робіт і безпосередньо впливають на строки розробки.

Для виконання роботи було залучено 10 осіб, контролював процес керівник роботи. До складу найманої робочої сили увійшли такі спеціалісти:

- керівник евристичного тестування та юзабіліті тестування задач (інтерв'юєр) – 1 особа, заробітна плата 15 000,00 грн/міс.;
- експерти з дизайну та юзабіліті – 6 осіб, заробітна плата 13 000,00 грн/міс.;

– спеціаліст з обробки статистичних даних – 1 особа, заробітна плата 16 000,00 грн/міс.;

– експерт з тестування – 1 особа, заробітна плата 50 000,00 грн/міс.;

– керівник роботи – 1 особа, заробітна плата 8 000,00 грн/міс.

Проведемо розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавців робіт.

Середньоденна заробітна плата виконавців робіт ($З_{\text{ср.дн.}}$) розраховується:

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

де $З_{\text{ср.міс.}}$ – середньомісячна зарплата виконавця роботи;

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

З (5.1) середньоденна заробітна плата інтерв'юєра складає:

$$З_{\text{ср.дн.}} = \frac{15000}{22} = 681,82 \text{ грн.}$$

Середньоденна заробітна плата експерта з дизайну та юзабіліті складає:

$$З_{\text{ср.дн.}} = \frac{13000}{22} = 590,91 \text{ грн.}$$

Середньоденна заробітна плата спеціаліста з обробки статистичних даних складає:

$$З_{\text{ср.дн.}} = \frac{16000}{22} = 727,27 \text{ грн.}$$

Середньоденна заробітна плата експерта з тестування складає:

$$З_{\text{ср.дн.}} = \frac{50000}{22} = 2272,73 \text{ грн.}$$

Середньоденна заробітна плата керівника складає:

$$Z_{\text{ср.дн.}} = \frac{8000}{22} = 363,64 \text{ грн.}$$

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 виконавців робіт

Перелік робіт	Кіль- кість вико- навців	Посада виконавця	Трудоміст- кість робіт, люд.-днів	Середньо- денна заробіт- на плата, грн	Сума заробітної плати, грн
1. Підготовчий етап					
1.1. Постановка та аналіз проблеми дослідження	1	Керівник роботи	2	363,64	727,28
1.2. Аналіз існуючих видів тестування зручності та якості сайтів	1	Експерт з дизайну	2	590,91	1181,82
	1	Експерт з тестування	2	2272,73	4545,46
2. Основний етап					
2.1 Постановка задачі	1	Керівник роботи	1	363,64	363,64
2.2 Проведення експериментів (юзабіліті тестування та опитування, аналіз АІ теплових карт, функціональне тестування)	1	Інтерв'юєр	10	618,82	6188,20
	6	Експерт з дизайну	1	590,91	3545,46
	1	Експерт з тестування	5	2271,73	11358,65
2.3 Обробка результатів експериментів	1	Спеціаліст з обробки стат. даних	3	727,27	2181,81
2.4 Розробка методики	2	Експерт з дизайну	1	590,91	590,91
		Експерт з тестування	1	2272,73	2272,73
3. Заключний етап					
3.1 Оцінка використання розробленої методики	1	Керівник роботи	1	363,64	363,64
3.2 Технічне оформлення звіту виконання НДР	1	Керівник роботи	2	364,64	729,28
Усього			31		34 048,88

Таким чином, сума витрат на заробітну плату в межах виконання НДР складе 34 048,88 грн.

5.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР

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

- витрати на оплату праці;
- матеріальні витрати;
- єдиний соціальний внесок;
- амортизація основних засобів (вартість машинного часу);
- витрати на спожиту електроенергію;
- інші витрати.

До інших витрат відносяться адміністративні витрати (водопостачання, водовідведення, опалення, освітлення) 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.

В таблиці 5.2 представлено розрахунок матеріальних витрат.

Приймаючи до уваги необхідний для виконання робіт склад та кількість працівників, а також враховуючи середньомісячну заробітну плату розраховуються витрати на оплату праці, які становлять, відповідно до раніше проведених розрахунків 34 048,88 грн.

Таблиця 5.2 – Розрахунок матеріальних витрат

Найменування	Од. вим.	Кількість, од.	Ціна, грн	Сума, грн
Олівець механічний	шт.	2	20,00	40,00
Ручки	уп.	2	40,00	80,00
Папір	уп.	2	80,00	160,00
Диск	шт.	2	10,00	20,00
Калькулятор	шт.	1	100,00	100,00
Степлер	шт.	1	30,00	30,00
Скріпки для степлеру	уп.	2	10,00	20,00
Заправка для картриджу	шт.	1	170,00	170,00
Всього				620,00

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.

Ставка єдиного соціального внеску складає 22 % від витрат на оплату праці, тоді розмір ЄСВ дорівнює 7 490,75 грн.

Виконання НДР передбачало використання ноутбука вартістю 12 000,00 грн та принтер вартістю 2500,00 грн.

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

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

$$AB = \frac{12000 \cdot 31}{762} + \frac{2500 \cdot 31}{762} = 488,19 + 101,71 = 589,90 \text{ грн},$$

де AB – сума амортизаційних відрахувань, нарахованих під час проведення науково-дослідної 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.

Витрати на використану обладнанням електроенергію (B_e):

$$B_e = M \cdot t \cdot T_{\text{кВт}}, \quad (5.4)$$

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

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

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

Споживна потужність комп'ютера – 0,5 кВт за годину та принтера – 0,8 кВт за годину. Тариф складає 4,32 грн за 1 кВт/год. Підставивши значення у формулу (5.4), визначимо величину витрат на спожиту електроенергію:

$$B_e = (0,5 \cdot 120 \cdot 4,32) + (0,8 \cdot 2 \cdot 4,32) = 266,11 \text{ грн.}$$

Інші статі витрат: адміністративні витрати (водопостачання, водовідведення, освітлення, опалення) прийняті у розмірі 20 % від витрат на оплату праці; вартість оплати послуг зв'язку, тобто дорівнюють 6809,78 грн.

Вартість оплати послуг зв'язку становитиме: Інтернет – 255,00 грн (безлімітний пакет) за 31 день виконання НДР; телефон – 195,00 грн за 31 день виконання НДР.

За період виконання НДР витрати на відрядження, аутсорсинг, інформаційні послуги та маркетингові заходи не мали місця. Для реалізації методики було використано безкоштовні сервіси та програмне забезпечення. Для генерації AI теплових карт був використаний онлайн сервіс MediaModifier HeatMap Generator, для створення питань та збору даних для юзабіліті опитувань були використані Google Forms, для обробки зібраних даних та

оформлення супутніх текстових документів - GoogleDocs, для функціонального тестування – браузер GoogleChrome.

Результати розрахунку кошторису витрат, тобто одноразових витрат, на виконання НДР «Дослідження видів тестування інтерфейсів веб-сайтів» наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Кошторис витрат на розробку НДР

№	Стаття витрат	Сума, грн
1	Заробітна плата	34 048,88
2	Єдиний соціальний внесок (22 % від п.1)	7 490,75
3	Матеріальні витрати	620,00
4	Амортизація основних засобів	589,90
5	Витрати на спожиту електроенергію	266,11
6	Інші витрати	
6.1	Адміністративні витрати (20 % від п.1)	6809,78
6.2	Вартість послуг зв'язку	450,00
	Усього витрати на розробку (B_p)	50 275,42

Кошторис витрат на виконання даної НДР складає 50275,42 грн.

5.4 Оцінка результатів науково-дослідної роботи

Результат – це виражений якісно або кількісно завершальний наслідок послідовності дій. В загальному випадку оцінка результатів НДР – це визначення ефективності отриманих рішень порівняно з сучасним науково-технічним рівнем. Результатом впровадження НДР є знаходження більшої кількості помилок на веб-сайті, що дозволить виявити ключові труднощі користувачів і згенерувати гіпотези про можливості покращення готового сайту. Результат від впровадження НДР визначається за формулою:

$$\Delta P_j = |X\delta_j - Xn_j|, \quad (5.5)$$

де ΔP_j – покращення j -ої характеристики досліджуваного процесу за рахунок впровадження результатів НДР ($j=1,m$);

m – кількість досліджуваних характеристик;

Xb_j – базове значення j -ої характеристики, тобто до впровадження результатів НДР;

Xn_j – нове значення j -ої характеристики після впровадження пропонованих рішень.

У якості досліджуваної характеристики обрана середня кількість знайдених помилок на чотирьох веб-сайтах. Отримані результати тестування наведені у таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Середня кількість знайдених помилок на сайтах, шт.

Показник	Евристичне тестування	Юзабіліті тестування задач	Аналіз АІ теплових карт	Функціональне тестування	Тестування за методикою
Кількість помилок	3,5	6,25	0,5	4	9,25

Підставивши відповідні значення до формули (5.5), визначимо результат від впровадження НДР у чисельному вигляді:

$$\Delta P_1 = |3,5 - 9,25| = 5,75 \text{ шт.}$$

$$\Delta P_2 = |6,25 - 9,25| = 3 \text{ шт.}$$

$$\Delta P_3 = |0,5 - 9,25| = 8,75 \text{ шт.}$$

$$\Delta P_4 = |4 - 9,25| = 5,25 \text{ шт.}$$

На основі обчислень можна стверджувати, що використання розробленої методики тестування веб-сайтів знаходить на 5,75 помилок більше, ніж використання евристичного тестування для аналогічних дій, на 3 помилки більше, ніж при використанні юзабіліті тестування задач, на 8,75 помилок більше, ніж використання аналізу теплових карт та на 5,25 помилок більше, ніж функціональне тестування.

5.5 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 за формулою:

$$K_{ев} = \frac{\Delta P_j}{B_p}, \quad (5.6)$$

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.

Розрахуємо чисельне значення коефіцієнту «ефект-витрати»:

$$K_{ев_1} = \frac{5,75}{50275,42} * 100 \% = 0,0114 \%$$

$$K_{ев_2} = \frac{3}{50275,42} * 100 \% = 0,0060 \%$$

$$K_{ев_3} = \frac{8,75}{50275,42} * 100 \% = 0,0174 \%$$

$$K_{ев_4} = \frac{5,25}{50275,42} * 100 \% = 0,0104 \%$$

У результаті проведених досліджень, можна зробити висновок про те, що дана НДР має позитивний показник економічної ефективності. Таким чином, витрати на розробку НДР забезпечують краще знаходження більшої кількості помилок на веб-сайтах на 0,0114 %, 0,0060 %, 0,0174 % та 0,0104 % відповідно, що говорить про позитивний показник економічної ефективності. Роботу в цілому можна враховувати ефективною або такою, що має високий науковий та технічний рівень.

ВИСНОВКИ

В ході виконання роботи було проаналізовано проблему ефективного тестування інтерфейсів сучасних веб-сайтів в експлуатаційних умовах при обмежених ресурсах під час розробки програмного продукту.

На основі проаналізованих джерел щодо видів тестування сайтів та їх переваг і недоліків була сформована гіпотеза про доцільність використання комбінованого підходу тестування з використанням методів юзабіліті та функціонального тестування та здійснена підготовка до експерименту. Проведене експериментальне дослідження було успішно реалізоване та за допомогою наведених вище методів були оцінені зручність використання та правильність роботи ключових функцій сайтів XHYPE, DimRia, DrinkArizona, MakeMyTrip.

Отримані експериментальні дані показали, що використання швидких юзабіліті методів тестування типу евристичного тестування та аналізу AI теплових карт знаходить основні помилки в юзабіліті, але виявляє мало критичних функціональних помилок в навігації, фільтруванні результатів на складних сайтах. Метод юзабіліті тестування із залученням реальних користувачів дозволяє отримати якісну інформацію про рівень задоволеності роботи з сайтом та знаходить основні критичні функціональні помилки, проте залежить від правильного вибору респондентів. Методи функціонального тестування дозволяють знайти критичні дефекти як в інтерфейсі, так і при взаємодії інтерфейсу з API, серверною частиною сайту. Проте функціональні методи не знаходять багато помилок в юзабіліті. Але знайдені функціональні дефекти у більшості випадків співпадають із дефектами в юзабіліті, що вказує на важливість виявлених проблем.

Також на основі накопиченого досвіду опитаних учасників процесу розробки програмних продуктів були визначені 7 можливих варіантів проєктів

із різним ступенем змін в дизайні, інтерфейсі та серверній частині сайту та наявних часу і спеціалістів для тестування.

На основі отриманих експериментальних даних та аналізу можливих проєктів була сформована методика тестування інтерфейсів сайтів. За наявності обмеження у часі та кількості тестувальників отримана методика може бути використана широким колом спеціалістів: дизайнерами, UI розробниками програмного забезпечення, тестувальниками.

Розроблена методика тестування інтерфейсів сайтів дозволяє оцінити зручність використання сайтів та виявляє критичні помилки їх ключових функцій, що сприяє створенню рекомендацій для покращення якості сайтів.

В ході виконання економічного обґрунтування було розраховано витрати на виконання науково-дослідної роботи та проведено оцінку її результатів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Статистика найчастіше відвідуваних сайтів. URL: <https://www.plerdy.com/blog/most-visited-websites/> (дата звернення: 25.11.2024).
2. Наслідки нехтуванням тестуванням програмного забезпечення. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/what-happens-software-isnt-tested-testscenario-8gszc> (дата звернення: 25.11.2024).
3. Статистика відвідування веб-сайтів користувачами та юзабіліті дизайну. URL: <https://www.linearity.io/blog/ux-statistics/> (дата звернення: 25.11.2024).
4. Cerquozzi R., Decoutere W., Riverin J. ISTQB Certified Tester Foundation Level V4.0. 2023.
5. Витрати на усунення дефектів у програмному забезпеченні. URL: <https://medium.com/@workboxtech/hidden-costs-of-skipping-software-testing-in-development-c1306da3c7a7> (дата звернення: 25.11.2024).
6. Проблема адаптації до вимог клієнтів IT-спеціалістами. URL: <https://www.goodfirms.co/resources/software-development-research> (дата звернення: 25.11.2024).
7. Microsoft State of Global Customer Service Report, 2017. URL: <https://info.microsoft.com/rs/157-GQE-382/images/EN-CNTNT-Report-DynService-2017-global-state-customer-service-en-au.pdf> (дата звернення: 25.11.2024).
8. Browserstack How fast should a Website Load in 2024. URL: <https://www.browserstack.com/guide/how-fast-should-a-website-load> (дата звернення: 25.11.2024).
9. Юзабіліті дослідження у життєвому циклі розробки програмного продукту. URL: <https://www.smashingmagazine.com/2024/03/the-future-of-user-research/> (дата звернення: 25.11.2024).
10. Common UX Mistakes and How to Avoid Them. URL: <https://www.interaction-design.org/literature/article/bad-ux-examples> (дата звернення: 25.11.2024).

11. El-Kassas Wafaa S., Abdullah Bassem A., Yousef Ahmed H., Wahba Ayman M. Taxonomy of cross-platform mobile applications development approaches. *Ain Shams Eng. J.* 2017.
12. Стандарт ISO, Ergonomics of human-system interaction. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/63500.html> (дата звернення: 25.11.2024).
13. Joel Omonigho, Toje. The Importance of Usability and User-Centered Design in Web Applications: A Critical Review of Literature. 2023.
14. Рекомендації Google – Зручність перегляду веб-сторінок. URL: <https://www.google.com/search/howsearchworks/how-search-works/ranking-results/#usability> (дата звернення: 25.11.2024).
15. The ultimate guide to usability testing for UX in 2024. URL: <https://www.uxdesigninstitute.com/blog/guide-to-usability-testing-for-ux/> (дата звернення: 25.11.2024).
16. Бізюк А.В. UI/UX мультимедійних продуктів: навч. посібник. Харків: ХНУРЕ. 2021. 136 с.
17. Сучасний підхід до юзабіліті тестування мобільних пристроїв. URL: <https://www.techved.com/blog/future-of-usability-testing-latest-trends-technologies> (дата звернення: 25.11.2024).
18. Namoun A., Alrehaili A. Predicting the usability of mobile applications using AI tools: the rise of large user interface models, opportunities, and challenges. *Procedia Computer Science*. 2024.
19. Tullis T., Albert B. *Measuring the User Experience*, 2nd Edition. Morgan Kaufmann. 2013.
20. Використання веб-аналітики для покращення юзабіліті. URL: <https://www.spotless.co.uk/journal/web-analytics-use-in-improving-usability> (дата звернення: 25.11.2024).
21. Beri Bhavna, Singh Parminder. Web Analytics: Increasing Website's Usability and Conversion Rate. *International Journal of Computer Applications*. 2013.

22. Сучасні підходи до тестування веб-сайтів у 2024 р. URL <https://sandra-parker.medium.com/a-complete-guide-to-web-testing-how-to-test-a-website-a245afc2041f> (дата звернення: 25.11.2024).

23. Romano A., Song Z., Grandhi S., Yang W. An empirical analysis of UI-based flaky tests. IEEE // ACM 43rd International Conference on Software Engineering, ICSE, IEEE, Madrid. 2021

24. Sebastian B., Deepti M. Web application testing – Challenges and opportunities. Journal of Systems and Software. 2025.

25. Блек Р., Грехем Д. Основи тестування програмного забезпечення. ISTQB Certification. Third Edition. Cengage Learning EMEA. 2012.

26. Khalid Z., Qamar U. Weight and Cluster Based Test case Prioritization Technique. IEEE 10th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON), Vancouver, BC, Canada. 2019.

27. Єгорова І.М. Проектування та розробка Web-документів: навч. посібник. Харків: ХНУРЕ, 2018. 264 с.

28. Менделєва М.В., Дейнеко Ж.В. Методика тестування інтерфейсів сайтів на основі функціонального та юзабіліті тестування // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. 2024. Т. 1. С. 187-189.

29. Менделєва М.В., Дейнеко Ж.В. Методика тестування віртуальних 3D турів та інтерактивних product recommendation quizzes на основі функціонального та юзабіліті тестування // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. 2024. Т. 2. С. 153-156.

30. Діденко М.В., Вовк О.В. Дослідження методів оцінки их інтерфейсів нового покоління // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. 2020. Т. 2. С. 128-131.

31. Стандарт ISO-25010. URL: <https://iso25000.com/index.php/en/iso-25000-standards/iso-25010> (дата звернення: 25.11.2024).

32. Евристики Нільсена. URL: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/> (дата звернення: 25.11.2024).

33. Кулішова Н.Є. Системний аналіз та підтримка прийняття рішень: навч. посібник. Харків: ХНУРЕ, 2023. 116 с

34. Оптимальний розмір учасників якісного юзабіліті тестування. URL: <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/> (дата звернення: 25.11.2024).

35. Вплив навігації сайту на його конверсію. URL: <https://abmatic.ai/blog/impact-of-site-navigation-on-conversion-rates> (дата звернення: 25.11.2024).

36. Використання фільтрів на e-commerce сайтах. URL: <https://wizzy.ai/blog/role-of-search-filters-in-ecommerce-best-ecommerce-search-filters/> (дата звернення: 25.11.2024).

37. Статистика використання промо кодів на веб-сайтах. URL: <https://wecantrack.com/insights/coupon-website-statistics/> (дата звернення: 25.11.2024).

38. Wenzl M. Ecommerce Quiz Examples and Why They Make a Significant Impact. Okendo. URL: <https://okendo.io/resources/blog/ecommerce-quiz/> (дата звернення: 25.11.2024).

39. Kaner C., Bach J. Lessons learned in software testing: A Context Driven approach. John Wiley & Sons Inc. 2001.

40. Lewis J.R., Sauro J. Usability and user experience: design and evaluation. 2021.