

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Науково-навчальний центр заочної форми навчання

Кафедра Програмної інженерії

АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА **Пояснювальна записка**

рівень вищої освіти – другий (магістерський)

«Дослідження методів оцінки ефективності UX-проектування інтерфейсів»
(тема)

Виконала: студентка 2 курсу, гр.ПЗСзм-19-1

Функендорф А.О.

Освітньо-професійна програма
(тип програми)

Програмне забезпечення систем
(повна назва освітньої програми)

Керівник проф. Дудар З.В.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри, проф. _____
(підпис)

Дудар З.В.

2020 р.

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Факультет Науково-навчальний центр заочної форми навчанняКафедра Програмної інженерії

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність 121 – Інженерія програмного забезпечення

(код і повна назва)

Тип програми Освітньо-професійна програмаОсвітня програма Програмне забезпечення систем

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)

« ____ » _____ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ
НА АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ**Студентові Функендорф Анастасії Олександрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Дослідження методів оцінки ефективності UX-проекування інтерфейсів».затверджена наказом по університету від "26" жовтня 2020 р. № 174Сту

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії _____

14 грудня 2020 р.3. Вихідні дані до роботи «Дослідження методів оцінки ефективності UX-проекування інтерфейсів»: UX-методи дослідження проєкування інтерфейсів, критеріальний аналіз, кластеризація, визначення ефективності із математичним обґрунтуванням, розробка веб-сайту для доведення ефективності запропонованого рішення.4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі мета роботи, аналіз предметної галузі, постановка задачі дослідження, виділення вибірки UX-методів, кластеризація UX-методів, розробка математичної моделі вибору найбільш ефективних UX-методів, розробка веб-сайту, доведена ефективність запропонованих методів на базі розробленого веб-сайту.

5. Консультанти розділів роботи

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Спецчастина	проф. Дудар З.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз предметної галузі	30 жовтня 2020 р.	виконано
2.	Постановка задачі дослідження	03 листопада 2020 р.	виконано
3.	Виділення вибірки UX-методів	10 листопада 2020 р.	виконано
4.	Кластеризація UX-методів	13 листопада 2020 р.	виконано
5.	Розробка математичної моделі вибору найбільш ефективних UX-методів	16 листопада 2020 р.	виконано
6.	Розробка веб-сайту	23 листопада 2020 р.	виконано
7.	Доведена ефективність запропонованих методів на базі розробленого веб-сайту	27 листопада 2020 р.	виконано
8.	Підготовка пояснювальної записки	30 листопада 2020 р.	виконано
9.	Спецчастина	03 грудня 2020	виконано
10.	Підготовка презентації та доповіді	05 грудня 2020	виконано
11.	Попередній захист	07 грудня 2020	виконано
12.	Нормаконтроль, рецензування	09 грудня 2020	виконано
13.	Занесення диплома в електронний архів	11 грудня 2020	виконано
14.	Допуск до захисту у зав. кафедри	11 грудня 2020	виконано

Дата видачі завдання _____ 26 жовтня _____ 2020 р.

Студент _____ Функендорф А.О.
(підпис)

Керівник роботи _____ проф. Дудар З.В.
(підпис)

РЕФЕРАТ/ABSTRACT

Атестаційна робота магістра містить: 80 с., 31 рис., 4 табл., 28 джер.

UX, МЕТОДИ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ІНТЕРФЕЙС,
КЛАСТЕРИЗАЦІЯ, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, ВЕБ-САЙТ, HTML, CSS,
JAVASCRIPT

Метою роботи є виділення найбільш ефективних UX-методів та їх математичне обґрунтування, що можуть бути застосовані для розробки систем з типовими інтерфейсам.

В результаті роботи проведено дослідження вибірки ефективності існуючих UX-методів, їх кластеризація та виділення найбільш ефективних з них для типових інтерфейсів веб-систем на основі розробленої моделі прийняття рішень. Доведена ефективність запропонованих методів на базі розробленого веб-сайту.

UX, METHODS, SOFTWARE, INTERFACE, CLUSTERING, MATHEMATICAL
MODEL, WEBSITE, HTML, CSS, JAVASCRIPT

The work aims to identify the most effective UX-methods and their mathematical justification that can be used to develop systems with typical interfaces.

As a result of the work the research of efficiency sampling of existing UX-methods, their clusterization, and selection of the most effective of them for typical interfaces of web systems based on the developed model of decision-making is carried out. The effectiveness of the proposed methods is proven based on the developed website.

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень.....	5
Вступ.....	6
1 Аналіз проблемної області та постановка задачі дослідження.....	8
1.1 Аналіз основ UX-методології.....	8
1.2 UX у життєвому циклі розробки програмного забезпечення.....	11
1.3 Постановка задачі на дослідження.....	14
2 Дослідження ефективності методів UX -проектування інтерфейсів.....	16
2.1 Виділення вибірки UX-методів для проведення подальшого дослідження.....	16
2.2 Кластеризація UX-методів в межах виділеної вибірки.....	21
2.3 Розробка математичної моделі вибору найбільш ефективних UX-методів для типових інтерфейсів в межах окремих кластерів.....	35
3 Дослідження ефективності запропонованого рішення.....	38
3.1 Розробка інтерфейсу веб-сайту із застосуванням запропонованих методів.....	38
3.2 Розробка програмної частини веб-сайту.....	43
3.3 Дослідження ефективності використаних методів за допомогою теплових карт.....	44
3.4 Дослідження ефективності використаних методів за допомогою огляду аналітики.....	47
Висновки.....	50
Перелік джерел посилання.....	52
Додаток А. Перелік посилань відповідно до наукових досліджень кафедри.....	55
Додаток Б. Результати проведеного експертного опитування.....	56
Додаток В. Фрагменти коду головної сторінки сайту.....	62
Додаток Г. Апробація результатів дослідження.....	69
Додаток Д. Слайди презентації.....	73

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

UX – User Experience;

ПЗ – програмне забезпечення;

ЦА – цільова аудиторія.

ВСТУП

Користувальницький досвід – User Experience (UX) є основою методології UX-досліджень та UX-проекування інтерфейсів, що зараз є невід’ємною частиною життєвого циклу інформаційних систем, використання яких передбачає взаємодію з користувачем. [1, 2].

Використання методів UX-досліджень та UX-проекування інтерфейсів дозволяє мінімізувати час розробки програмного продукту, зменшити виробничі витрати, а також підвищити його кінцеву ефективність за показниками коефіцієнту конверсії та рентабельності [3].

На цей час виділяють 96 методів UX-проекування інтерфейсів [4, 5]. Вони використовуються як на етапах первинних досліджень (інтерв’ю, опитування, сортування карток, концепти «Persona» чи «Jobs To Be Done» та ін.) так і під час тестування прототипів (юзабіліті-тестування, A/B тестування та ін.) та кінцевого тестування продукту (теплові карти, аналіз форм та ін.). Але більшість з них не є доцільним для використання у випадках розробки типових веб-інтерфейсів, що призводить до виникнення задачі прийняття рішень щодо вибору доцільних та ефективних для проєкування програмних систем з типовими інтерфейсами UX-методів.

Мета роботи: виділення найбільш ефективних UX-методів та їх математичне обґрунтування, що можуть бути застосовані для розробки систем з типовими інтерфейсам.

Дослідження ефективності запропонованого рішення було проведено на основі розробленого веб-сайт типу «інтернет-магазин» шляхом аналізу його ефективності та взаємодії з користувачами за період у три місяці.

Для розробки програмної частини сайту була використана мова структурування HTML 5, формальна мова опису зовнішнього вигляду веб-інтерфейсів CSS 3, мова програмування JavaScript, технологія взаємодії з

сервером за запитами користувачів AJAX та текстовий формат обміну даними JSON.

Оформлення пояснювальної записки виконано у відповідності до методичних вказівок до виконання атестаційної роботи магістра за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення» та вимог щодо оформлення звітів у сфері науки і техніки [6, 7].

Перелік застосованих посилань відповідно до наукових досліджень кафедри приведений у додатку А. Результати експертних опитувань, що були одними з критеріїв визначення ефективності застосованих методів приведені у додатку Б. Фрагменти коду головної сторінки сайту наведений у додатку В. Апробація результатів дослідження, що була проведена в межах II Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти й молодих учених «Комп'ютерна інженерія і кібербезпека: досягнення та інновації» представлена у додатку Г. За результатами атестаційної роботи було розроблено слайди презентації, які представлені у додатку Д.

1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Аналіз основ UX-методології

Досвід користувача та людино-машинна взаємодія є основою методології UX-досліджень та UX-проектування інтерфейсів, що зараз є невід'ємною частиною життєвого циклу інформаційних систем, використання яких передбачає взаємодію з користувачем.

Користувальницький досвід (UX) фокусується на глибокому розумінні користувачів, того, що їм потрібно, що вони цінують, своїх здібностей, а також їх обмежень. Також враховуються бізнес-цілі і завдання групи, що керує проектом. Кращі практики UX сприяють підвищенню якості взаємодії та сприйняття користувачем вашого продукту і будь-яких пов'язаних з ним послуг [1, 2, 8].

Застосування UX-методології під час розробки програмного забезпечення (ПЗ) дозволяє мінімізувати час розробки програмного продукту, зменшити виробничі витрати, а також підвищити його кінцеву ефективність за показниками коефіцієнту конверсії та рентабельності [8].

В основі UX лежить забезпечення того, щоб користувачі знаходили цінність у кінцевому програмному продукті, та тих можливостях, що він надає. Основними властивостями UX наразі виділяють (рисунок 1.1) [1-10]:

– корисність – розроблена система та її можливості мають біти корисними, тобто реалізувати рішення окремих проблем, чи задовольняти окремі потреби користувачів;

– зручність – розроблена система має бути зручною та зрозумілою для користувачів;

– бажаність – розроблена система має відповідати іміджу бренду, бути впізнаваною (якщо вона є окремим елементом загального представництва бренду), викликати позитивні емоції та бажання виконати кінцеву цільову дію (наприклад, зробити покупку в інтернет-магазині);



Рисунок 1.1 – Основні властивості UX

– легкий пошук – розроблена система має бути загальною доступною для користувачів, її навігація має реалізовувати спрощений пошук окремих елементів системи, контенту та доступ до них;

– доступність – розроблена система має бути доступною для людей з обмеженими можливостями;

– довірчість – користувачі мають довіряти розробленій системі та її контенту, він має бути достовірний.

Основними елементами UX наразі виділяють (рисунок 1.2) [1, 10, 11]:

– візуалізація інтерфейсу – полягає у графічній обробці елементів розробленого інтерфейсу, націленій на виклик потрібних емоцій у користувачів;

– розробка структури інтерфейсу – полягає у розробці елементів інтерфейсу для полегшення взаємодії користувача з функціоналом, поданні інформації для полегшення її розуміння;

– розробка структури взаємодії з користувачем – полягає у визначенні можливих сценаріїв взаємодії з користувачем та забезпеченні мінімізації шляху виконання кінцевої цільової дії (наприклад, зробити покупку в інтернет-магазині);

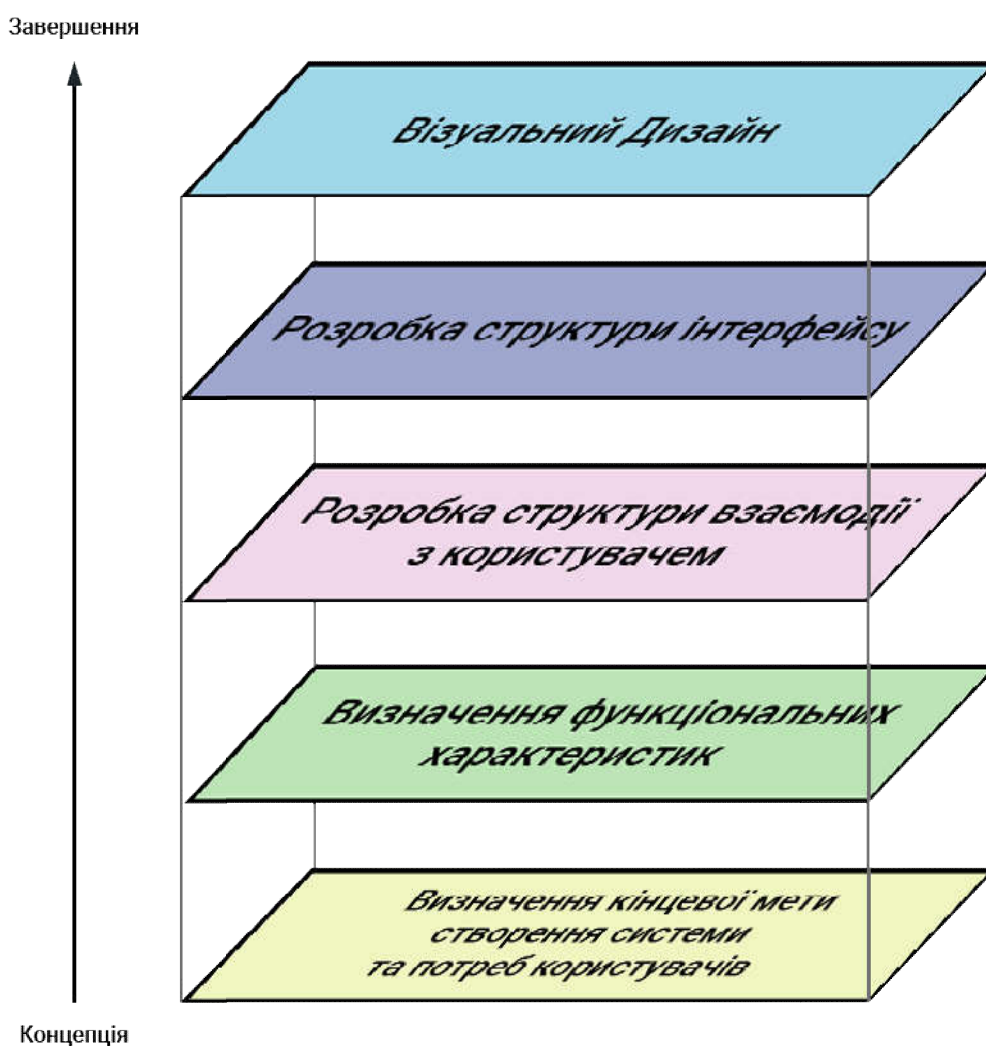


Рисунок 1.2 – Основні елементи UX

– визначення функціональних характеристик – полягає у визначенні та детальному описі набору функцій, які повинна містити система для задоволення потреб користувачів;

– визначення кінцевої мети створення системи та потреб користувачів – полягає у визначенні кінцевої мети створення системи (продаж, інформування, тощо) та потреб користувачів в межах системи (виконується за допомогою дослідженні цільової аудиторії (ЦА) та ін.).

На основі приведених основ UX-методології фахівцями було розроблено безліч UX-методів досліджень та проектування інтерфейсів, у відповідності до етапів життєвого циклу розробки ПЗ.

1.2 UX у життєвому циклі розробки програмного забезпечення

Життєвий цикл ПЗ – це період часу, який починається з моменту прийняття рішень щодо створення програмного продукту та закінчується в момент його повного виходу з експлуатації. Цей цикл – процес побудови та розвитку ПЗ за всіма його етапами [12, 13].

Життєвий цикл можна уявити у вигляді моделей. На даний момент одними з найбільш поширених є інкрементні моделі, за допомогою яких процес розробки програмного забезпечення має на увазі розробку програмного забезпечення з лінійної послідовності стадій (етапів), але в кілька інкрементів (версій), тобто із запланованим поліпшенням продукту за весь час [12, 13].

Виділяють наступні основні етапи життєвого циклу ПЗ (рисунок 1.3):

- передпроектне дослідження;
- проектування інтерфейсу;
- розробку програмної частини;
- тестування;
- запуск.

Згідно до відображення за допомогою інкрементної моделі, розробка ПЗ ведеться ітераціями з циклами зворотного зв'язку між етапами. Міжетапні коригування дозволяють враховувати реально існуючий взаємовплив результатів розробки на різних етапах, час життя кожного з етапів розтягується на весь період розробки [12, 13].

На початку роботи над проектом визначаються всі основні вимоги до системи, поділяються на більш і менш важливі. Після чого виконується розробка системи за принципом збільшень, так, щоб розробники могли використовувати дані, отримані в ході розробки системи.

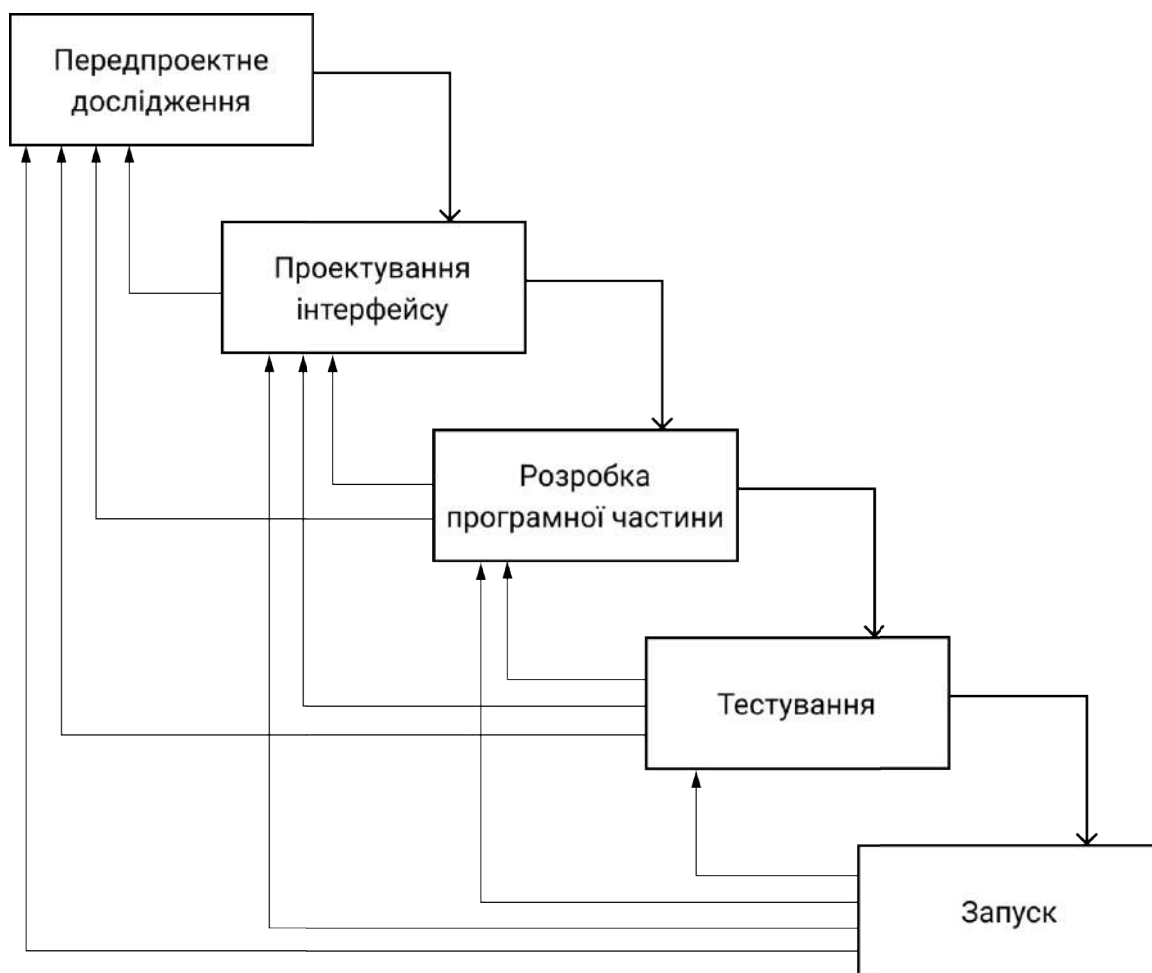


Рисунок 1.3 – Інкрементна модель життєвого циклу розробки ПЗ

Кожен інкремент повинен додавати системі певну функціональність та, як наслідок, підвищувати її загальну ефективність. При цьому, випуск, починають з компонентів, з найвищим пріоритетом. Коли частини системи визначені, беруть першу частину і починають її деталізувати, використовуючи для цього найбільш підходящий процес. У той же час можна уточнювати вимоги і для інших частин, які в поточному сукупності вимог даної роботи були заморожені. Якщо є необхідність, можна повернутися пізніше до цієї частини. Якщо частина готова, вона поставляється клієнту, який може використовувати її в роботі. Це дозволить клієнтові уточнити вимоги для таких компонентів. Потім займаються розробкою наступної частини системи. Ключові етапи цього процесу – проста реалізація підмножини вимог до програми і вдосконалення моделі в серії послідовних релізів до тих пір, поки не буде реалізовано ПЗ в усій повноті [12, 13].

Життєвий цикл даної моделі характерний при розробці як складних і комплексних систем, для яких є чітке бачення (як з боку замовника, так і з боку розробників) того, що собою має представляти кінцевий результат, так і для типових рішень з потребою досягнення їх найвищої кінцевої ефективності.

Об'єднання процесу UX-проектування та досліджень з життєвим циклом розробки ПЗ є одним із складних завдань, з яким стикаються архітектори та UX-фахівці. Причина полягає у великій кількості існуючих UX-методів, ефективність яких для розробки окремих систем може відрізнятися, та відсутність науково-обґрунтованих рекомендацій щодо їх застосування у відповідності до окремих типів програмних систем [14, 15].

У відповідності до інкрементної моделі, з додаванням етапу експлуатації та технічної підтримки фахівців, застосування UX-методології при реалізації життєвого циклу розробки ПЗ в узагальненому вигляді можливо представити наступним чином (рисунок 1.4).

В наведеній модифікованій інкрементній моделі є шість етапів. На першому етапі застосовуються методи UX-досліджень користувачів, дослідження ЦА, дослідження вимог до кінцевої системи, дослідження існуючих конкурентів та інше.

На етапі проектування інтерфейсу застосовуються UX-методи проектування, та методи UX-досліджень із застосуванням прототипів.

На етапі розробки програмної частини залучають UX-фахівців як експертів, для консультування під час розробки.

На етапі тестування може бути застосовано безліч методів UX-досліджень, в тому числі і із залучення потенційних користувачів.

На етапах запуску та експлуатації проводяться UX-дослідження на основі взаємодії системи з реальними користувачами та оцінка її загальної ефективності розробленого ПЗ. На цьому етапі також можуть видаватись рекомендації щодо покращення UX-частини інтерфейсу з подальшою зміною відповідних програмних елементів системи.

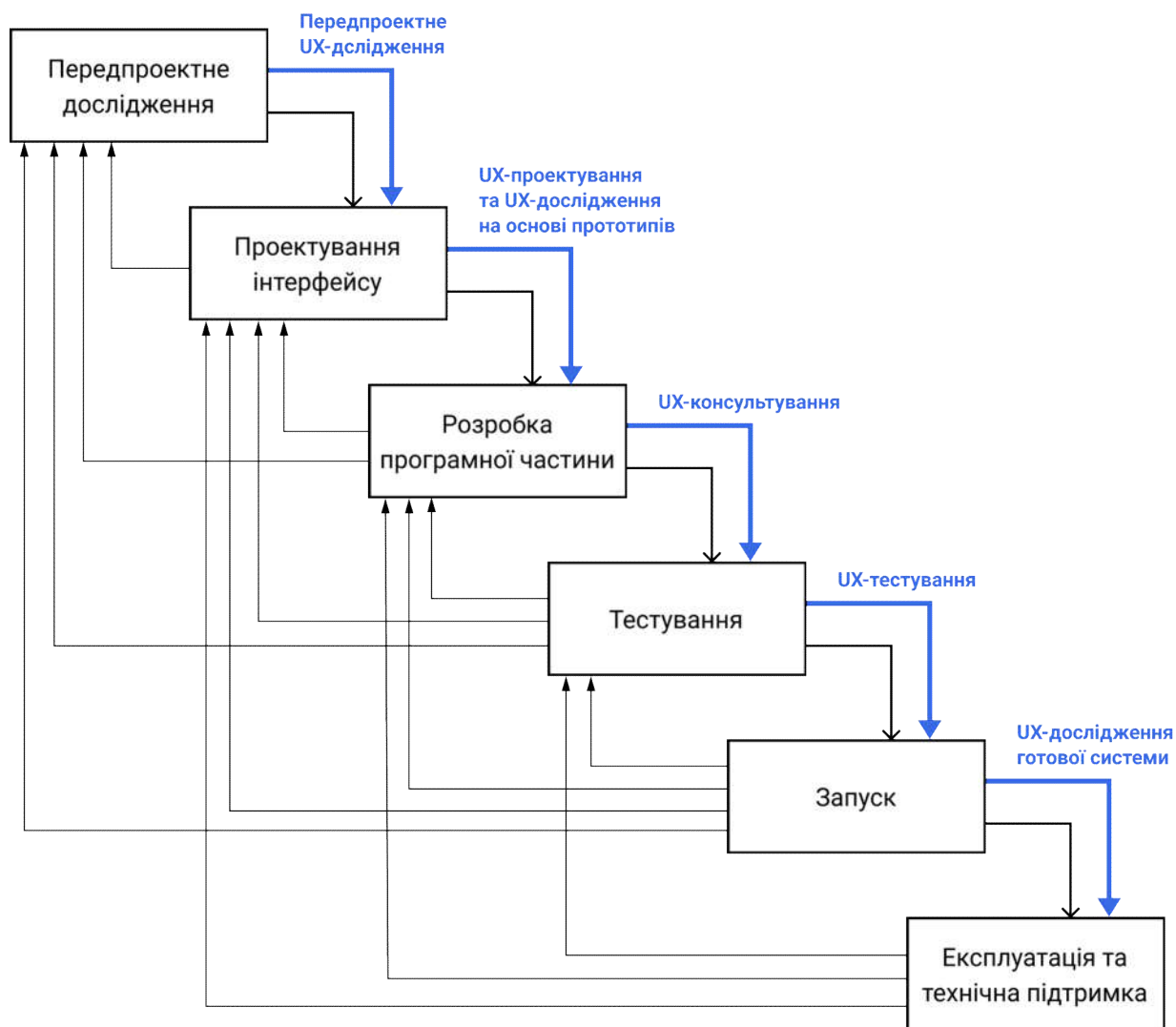


Рисунок 1.4 – Застосування UX-методології при реалізації життєвого циклу розробки ПЗ

1.3 Постановка задачі на дослідження

З наведеного дослідження предметної галузі можна зробити висновок, що UX-методологія на цей час є невід'ємною частиною життєвого циклу розробки якісних програмних продуктів, в тому числі і з використанням рішень щодо розробки їх інтерфейсів. За рахунок існування великої кількості UX-методів досліджень та проектування інтерфейсів, та відсутності науково-обґрунтованих визначень їх ефективності та рекомендацій щодо їх застосування у відповідності

до окремих типів програмних систем. У зв'язку з цим виникає наукове завдання виділення найбільш ефективних UX-методів та їх математичне обґрунтування, що можуть бути застосовані для розробки систем з типовими інтерфейсами, що є метою цієї магістерської атестаційної роботи.

Для досягнення мети були визначені наступні завдання:

- виділення вибірки методів UX-проектування інтерфейсів для проведення подальшого дослідження;
- кластеризація методів UX-проектування інтерфейсів в межах виділеної вибірки;
- розробка математичної моделі вибору найбільш ефективних методів UX-проектування для типових інтерфейсів в межах окремих кластерів;
- розробка веб-сайту типу «Інтернет-магазин» з типовим інтерфейсом із застосуванням вибраних UX-методів;
- дослідження ефективності запропонованого рішення на базі розробленого веб-сайту.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДІВ UX-ПРОЕКТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСІВ

2.1 Виділення вибірки UX-методів для проведення подальшого дослідження

Всі існуючі методи UX-проекткування інтерфейсів реалізуються на основі UX-досліджень. Що дозволяє не відокремлювати їх один від одного з точки зору функціонального призначення в межах життєвого циклу розробки ПЗ. На цей час виділяють 96 методів UX-проекткування (UX-досліджень) інтерфейсів [3, 4].

Застосовність всіх існуючих методів UX-проекткування інтерфейсів з точки зору приналежності до етапів життєвого циклу розробки ПЗ можливо розділити за групами:

- методи, що використовуються на етапах первинних досліджень (етап планування);
- методи, що використовуються під час тестування прототипів (етап розробки);
- методи, що використовуються під час кінцевого тестування.

Частина методів (в межах досліджень) дає вимірний результат, наприклад, зібраний системою аналітики або порахований за підсумками опитування. В інших випадках можлива тільки якісна оцінка, тобто що складається з суджень дослідника або учасника [16]. Відповідно до цього, точки зору показників, що отримуються за результатами досліджень, проведених в межах окремого етапу UX-проекткування, всі методи можна поділити на групи:

- кількісні;
- якісні.

Логічним чином це пов'язано і з кількістю досліджуваних. Чим їх більше (кількісний метод), тим складніше розбирати кожен випадок окремо і простіше оперувати усередненими цифрами. Чим менше учасників тестування (якісний метод), тим менше сенсу покладатися на цифри, тому що при маленьких вибірках вони можуть сильно відрізнятись, також додається ризик використання

нерепрезентативної задіяної вибірки опитуваних. Тоді доводиться вдаватися до якісної оцінки дослідження, що проводиться в межах окремого методу [16].

Але, як вже зазначалось, більшість з існуючих методів не є доцільним для використання у випадках розробки типових веб-інтерфейсів, що призводить до виникнення задачі прийняття рішень щодо вибору доцільних та ефективних для проектування окремого типового інтерфейсу методів UX-досліджень. Для вирішення цього завдання в межах реалізації його першого етапу – формування множини методів, використання яких є доцільним для проектування типових веб-інтерфейсів, було обрано 20 найбільш застосовуваних методів UX-досліджень [4], що детально описані далі. Ця вибірка була отримана за результатами аналізу попередніх досліджень, що робилися в цій галузі [2, 13-17]. Дослідження ЦА. Цей метод спрямований на формування опису потенційних користувачів кінцевого продукту. В його межах складається опис декількох сегментів ЦА за критеріями місця проживання, віку, середнього рівня заробітку, поведінкових звичок, досвіду користування аналогічними системами, та ін.

Виділені у вибірку методи описані далі.

1. Інтерв'ю. Цей метод полягає у опитуванні найбільш характерного для найбільш вагомego сегменту ЦА потенційного користувача. Метод дозволяє отримати виключно якісні показники дослідження.

2. Опитування фокус групи. Цей етап включає формування репрезентативної вибірки з 3-10 потенційних користувачів (фокус групи) на основі виділених сегментів ЦА та проведення опитування щодо виявлення їх потреб у кінцевому продукті.

3. Перевірка концепції. Це метод, що зосереджений на виділенні ключових якостей продукту, у відповідності до потреб ЦА [16].

4. Аналіз конкурентів. Цей метод полягає у проведенні аудиту та перегляду конкуруючих систем, проведенні тестування їх користувачів, та написанні звіту, який узагальнює конкурентний ландшафт [15, 17]. Конкуренти поділяються на прямі, вторинні та непрямі.

5. Етнографічне дослідження. Реалізація цього методу виконується з використанням вже існуючого на ринку продукту (системи), який схожий з тією, розробляється. В межах цього методу проводиться дослідження користувачів у вигляді спостереження під час роботи з аналогічною системою. Цей метод передбачає фізичну присутність дослідника і вивчає не стільки взаємодію людей з системою, скільки взаємодію людей між собою. Вимагає більше часу на підготовку і може включати пасивне спостереження, спостереження за участю і контекстні інтерв'ю (питання під час роботи) [16, 18].

6. Персони. Цей етап полягає у створенні персоніфікації потенційного користувача, та передбачає перетворення якісних та кількісних даних з аналітики, опитувань, інтерв'ю користувачів та інших дослідницьких заходів у декілька представницьких «типових» моделей користувачів. Цим особам присвоюються імена, фотографії, мотивації, цілі та правдоподібна історія, коріння якої відповідає фону реальних людей, які плануються до використання кінцевої інформаційної системи (сайту або додатку) [17]. Цей метод дозволяє провести експертне прогнозування дій користувача.

7. «Jobs To Be Done» (робота, яку потрібно виконати) [19, 20]. Цей метод полягає на концепції не виділення окремих моделей користувача, а їх кінцевої мети в межах системи, що розробляється. Також дозволяє провести експертне прогнозування дій користувача, особливо в умовах, коли немає найбільш близького конкурента та продукт не був розроблений раніше (наприклад, для стартапів).

8. Формування гіпотез. Цей метод спрямований на розробку гіпотез щодо досягнення кінцевою чи однієї з супутніх цілей розробки системи (замовлення послуги, покупка продукту, запит користувальницької підтримки, тощо) за рахунок включення окремих елементів та їх розміщення в окремих зонах загального інтерфейсу.

9. Сортування карток. Цей метод реалізується із залученням потенційних користувачів. На основі експертного начерку інформаційної архітектури продукту

користувачі отримують набори карток із зазначенням даних, що плануються до включення у систему, та пропонують їх розміщення.

10. Картування системи. Метод полягає у створенні загальної структури системи (веб-сторінок, екранів додатків та інш.) з використанням умовних позначень. Реалізується на основі результатів методу сортування карток, чи на базі експертного досвіду.

11. Деревоподібне тестування. Метод полягає у залученні потенційних користувачів. Учасники працюють з текстовою версією структури системи (розробленої експертом), що представлена у ієрархічному вигляді (у вигляді дерева). Категорії верхніх рівнів розкриваються на вкладені категорії і т.д. Завдання – знайти той чи інший елемент (наприклад, пункт меню), орієнтуючись по цій схемі. Результат – розподіл кліків за категоріями. Цей метод наочно демонструє, наскільки структура продукту є зрозумілою для потенційних користувачів [16].

12. Сценарії поведінки користувача. Метод полягає у розробці гіпотетичних послідовностей взаємодії користувача з кінцевою системою для різних випадків його поведінки.

13. Скетчінг. Метод полягає у формуванні орієнтованих ескізів (скетчів) сторінок екранів (екранів мобільних додатків, окремих сторінок сайтів) з використанням умовних позначень. Доволі часто проводиться у форматі мозкового штурму команди проектувальників.

14. Залучення до проектування. Метод полягає залученні потенційних користувачів. Користувачам пропонують самостійно скласти структуру програми на папері або магнітній дошці. Знаючи призначення продукту, вони намагаються представити його в максимально зручному для себе вигляді. Брати участь також можуть співробітники клієнта, керівники, акціонери і т.д. [16].

15. Ваєрфреймінг. Метод полягає у створенні низькодеталізованого макету інтерфейсу з вже визначеним розміщенням елементів його структури та їх розмірів.

16. Прототипування. Метод полягає у створенні фінального клікабельного макету інтерфейсу системи. Цей метод дозволяє реалізацію низки інших методів, за рахунок імітації використання потенційним користувачем вже кінцевої системи.

17. Класичне юзабіліті-тестування. Метод полягає у тестуванні клікабельного прототипу потенційними користувачами, визначенні ними незручностей та висування пропозицій до покращення інтерфейсу.

18. A/B тестування. Метод полягає у тестуванні декількох клікабельних прототипів з невеликими ключовими відмінами (наприклад, розташування кнопок, через кліки на які виконується основна цільова дія) потенційними користувачами та визначенні найбільш зручного та зрозумілого для них. В окремих випадках може використовуватись на вже повноцінно розроблених версіях системи.

19. Лабораторне дослідження. Також може використовуватись як в роботі з прототипом, так і, в окремих випадках, при тестуванні готової системи. Метод полягає у виконанні потенційними користувачами запропонованих завдань в продукті під наглядом дослідника. Для цього їм надають сценарій потрібних дій з поясненням їх цілей. Важливі деталі виконання операцій (послідовність, час і т.п.) фіксуються [16].

20. 5-секундний тест. Метод полягає у проведенні бліц-тесту на перше враження від дизайну. Учасники дослідження бачать його фрагмент рівно 5 секунд, після чого відповідають на ряд питань. Наприклад, про те, які основні елементи запам'яталися, яке уявлення про бренд склалося, яке призначення сторінки, хто ЦА і т.п.[16].

Всі наведені методи відносяться до етапів первинних досліджень та тестування прототипів. Обмеження цими етапами обумовлено тим, що найбільш розповсюдженими (як для інтерфейсів типових систем) методами кінцевих тестувань готових систем, та їх UX досліджень під час функціонування, є метод теплових карт (аналіз клікстріму) та метод огляду аналітики.

Метод теплових карт полягає у визначення відповідності найбільш активних з точки зору використання користувачами зон інтерфейсів до прогнозованих відповідно до виконання цільової дії (наприклад, здійснення покупки на сайті). Цей метод є загальноновизнаним та має безліч готових рішень для автоматизації його проведення (Hotjar та інші) [21].

Метод огляду аналітики полягає у дослідженні конверсії розробленої системи – відношенні виконаних кінцевих цільових дій до кількості унікальних відвідувачів, кількості переглядів окремих елементів (сторінок), відстеженні поведінки користувача, сегментування користувачів за ознаками (вік, стать, місце знаходження) та ін. Цей метод також є загальноновизнаним та реалізується безліччю вже розроблених рішень (Google Analytics, ресурси конструкторів систем, Hotjar та інші).

Саме ці два загальноновизнані методи оцінки кінцевої ефективності UX-проекування інтерфейсів плануються до використання для перевірки результатів досліджень в межах цієї роботи.

2.2 Кластеризація UX-методів в межах виділеної вибірки

Одним з попередніх етапів прийняття рішень щодо вибору найбільш ефективної множини UX-методів для розробки окремих типових інтерфейсів є вирішення завдання кластеризації визначеної вибірки. Кластеризація – це процес розбиття заданої вибірки об'єктів (в нашому випадку методів) на підмножини (як правило, непересічні), які називаються кластерами, так, щоб кожен кластер складався з схожих об'єктів, а об'єкти різних кластерів істотно відрізнялися. Однією з цілей кластеризації є виявлення внутрішніх зав'язків між даними шляхом визначення кластерної структури. Розбиття методів на групи схожих об'єктів дозволяє спростити подальшу обробку даних і прийняття рішень [22].

Для вирішення завдання кластеризації в межах цього дослідження було обрано метод k -середніх. Вибір методу обумовлено невеликою кількістю методів, визначенням можливого діапазону для окремих критеріїв та наявністю апріорної інформації про кількість кластерів (визначено експертним опитуванням).

Цей метод полягає у поділі об'єктів з вибірки на k кластерів відповідно до близькості їх центрів.

Для реалізації цього методу спочатку обирається k довільних початкових центрів з безлічі I . Далі всі об'єкти розбиваються на k груп, найбільш близьких до відповідного центру. На наступному кроці обчислюються центри знайдених кластерів. Процедура повторюється ітераційно до тих пір, поки центри кластерів не стабілізуються [11, 12].

Алгоритм розбиття об'єктів $x_i (i = 0, 1, \dots, n)$ заснований на мінімізації межкластерної відстані, в разі, якщо в якості відстані використовується середньоквадратична норма ℓ_2 , тобто цільовою функцією є [22, 23]:

$$\sum_{j=1}^k \sum_{x_i \in C_j} \|x_i - \mu_j\|^2 \quad (2.1)$$

де x_i – i -й об'єкт 4;

C_j – j -й кластер з центром μ_j .

В межах цього методу в якості міри близькості використовується Евклідова відстань:

$$\rho(a, b) = \sqrt{\sum_{\rho=1}^n (a_{\rho} - b_{\rho})^2} \quad (2.2)$$

де a та b – значення окремого параметру (критерію) різних об'єктів.

Для реалізації обрано методу кластеризації були визначені наступні критерії для відібраних методів:

- відповідність етапу життєвого циклу розробки програмного продукту (для нашого випадку – передпроектне дослідження та дослідження на етапі прототипування);
- тип дослідження (лабораторні дослідження з групами, лабораторні дослідження з особами, польові дослідження, експертні оцінки);
- усереднений час на реалізацію методу;
- експертна оцінка частоти застосовності методу;
- експертна оцінка ефективності.

В межах проведення дослідження для визначення кількісних значень оцінки ефективності обраних методів та усередненого часу на їх реалізацію для розробки типових інтерфейсів інформаційних систем (веб-сайтів та мобільних додатків) було проведено експертне опитування.

Експертне опитування проводилось серед репрезентативної вибірки з 20 фахівців з досвідом роботи у UX-проектванні інтерфейсів не менше ніж 5 років та досвіду роботи з замовниками з не менше ніж 5 країн світу, які визначали ефективність та частоту застосовності кожного методу для проектування типових інтерфейсів в діапазоні від 1 до 5. Показник усередненого часу на реалізацію визначався в годинах. Кількість типових сторінок сайтів чи екранів додатків було обмежено 5 (що є мінімально необхідним на етапі дизайну для типових проектів). Результати проведеного експертного опитування наведені у додатку Б.

Усереднені результати проведеного експертного опитування та значення інших критеріїв методів наведені в таблиці 2.1.

Для визначення приналежності до певного етапу проектування використовувались показники:

- 1 – реалізується на етапі передпроектного дослідження;
- 2 – реалізується на етапі прототипування (на базі прототипу).

Таблиця 2.1 – Результати проведеного експертного опитування та значення інших критеріїв методів

№	Метод	Відповідність етапу життєвого циклу	Тип дослідження				Усереднений час на реалізацію, год.	Частота застосовності методу	Оцінка ефективності методу
			Лабораторні дослідження з групами	Лабораторні дослідження з особами	Польові дослідження	Експертні оцінки			
1	Інтерв'ю	1	1	2	1	1	0,945	3,05	3,35
2	Опитування фокус-групи	1	2	1	1	1	4,1675	2,9	3,05
3	Перевірка концепції	1	1	1	1	2	2,5225	5	5
4	Аналіз конкурентів	1	1	1	1	2	12,55	5	5
5	Етнографічне дослідження	1	1	1	2	1	12,3	1,6	1,7
6	Персони	1	1	1	1	2	3,72	3,45	3,55
7	Jobs To Be Done	1	1	1	1	2	8,075	4,35	4,5
8	Формування гіпотез	1	1	1	1	2	0,945	2,9	2,95
9	Сортування карток	1	2	1	1	1	3,33	1,15	1,2
10	Картування системи	1	1	1	1	2	2,915	3,45	3,45
11	Деревоподібне тестування	1	2	1	1	1	2,73	1,25	1,25

Кінець таблиці 2.1.

№	Метод	Відповідність етапу життєвого циклу	Тип дослідження				Усереднений час на реалізацію, год.	Частота застосовності методу	Оцінка ефективності методу
			Лабораторні дослідження з групами	Лабораторні дослідження з особами	Польові дослідження	Експертні оцінки			
12	Сценарії поведінки користувача	1	1	1	1	2	2,915	4,25	4,25
13	Скетчінг	1	1	1	1	2	3,43	1,25	1,25
14	Залучення до проектування	1	2	1	1	1	7,25	1,3	1,2
15	Ваєрфреймінг	1	1	1	1	2	4,39	3,75	3,9
16	Прототипування	2	1	1	1	2	31	4,8	4,9
17	Класичне юзабіліті-тестування	2	2	1	1	1	7,275	3,25	3,25
18	А/В тестування	2	2	1	1	1	6,75	3,9	4,15
19	Лабораторне дослідження	2	1	1	2	1	8,95	4,2	4,2
20	5-секундний тест	2	2	1	1	1	2,865	1,8	1,65

Для визначення приналежності до типу дослідження досліджень використовувались показники:

- 1 – метод не є приналежним до цього типу досліджень;
- 2 – метод є приналежним до цього типу досліджень.

Для реалізації етапу кластеризації в межах цього дослідження використовувався програмний пакет Statistica, а саме модуль Multivariate Exploratory Techniques [24].

Початковим етапом проводилась стандартизація. Це обумовлено тим, що всі кластерні алгоритми потребують визначення відстані між кластерами чи об'єктами. Додатково на цьому етапі були додані вагові коефіцієнти:

- 1 – для показників відповідності етапу життєвого циклу розробки програмного продукту, типу дослідження, усередненого часу на реалізацію методу та частоти його застосовності;

- 1,2 – для показника експертна оцінки ефективності методу.

Результати стандартизації даних з коефіцієнтами вагомості приведені на рисунку 2.1.

	1 Етап проектую вання	2 Лабораторні дослідження з групами	3 Лабораторні дослідження з особами	4 Польові дослідження	5 Експертні оцінки	6 Усереднений час на реалізацію, год.	7 Частота застосовності методу	8 Оцінка ефективності методу Оцінка ефективності методу	9 κ(1-7)	10 κ(8)
Інтерв'ю	-0,5627314	-0,71521917	4,24852916	-0,32489314	-0,97467943	-0,824245123	-0,060313994	0,11954999	1	1,2
Опитування фокус-групи	-0,5627314	1,32826417	-0,223606798	-0,32489314	-0,97467943	-0,341860577	-0,173402732	-0,101157684	1	1,2
Перевірка концепції	-0,5627314	-0,71521917	-0,223606798	-0,32489314	0,974679434	-0,588104977	1,4098396	1,33344219	1	1,2
Аналіз конкурентів	-0,5627314	-0,71521917	-0,223606798	-0,32489314	0,974679434	0,912938015	1,4098396	1,33344219	1	1,2
Етнографічне дослідження	-0,5627314	-0,71521917	-0,223606798	2,9240383	-0,97467943	0,875514854	-1,15350513	-1,09434221	1	1,2
Персони	-0,5627314	-0,71521917	-0,223606798	-0,32489314	0,974679434	-0,408848035	0,241255975	0,266688439	1	1,2
Jobs To Be Done	-0,5627314	-0,71521917	-0,223606798	-0,32489314	0,974679434	0,243063431	0,919788405	0,965596071	1	1,2
Формування гіпотез	-0,5627314	-0,71521917	-0,223606798	-0,32489314	0,974679434	-0,824245123	-0,173402732	-0,174726908	1	1,2
Сортування карток	-0,5627314	1,32826417	-0,223606798	-0,32489314	-0,97467943	-0,467228166	-1,49277135	-1,46218834	1	1,2
Картування системи	-0,5627314	-0,71521917	-0,223606798	-0,32489314	0,974679434	-0,529350614	0,241255975	0,193119214	1	1,2
Деревоподібне тестування	-0,5627314	1,32826417	-0,223606798	-0,32489314	-0,97467943	-0,557043753	-1,41737885	-1,42540372	1	1,2
Сценарії поведінки користувача	-0,5627314	-0,71521917	-0,223606798	-0,32489314	0,974679434	-0,529350614	0,844395913	0,78167301	1	1,2
Скетчинг	-0,5627314	-0,71521917	-0,223606798	-0,32489314	0,974679434	-0,452258902	-1,41737885	-1,42540372	1	1,2
Залучення до проектування	-0,5627314	1,32826417	-0,223606798	-0,32489314	-0,97467943	0,119567	-1,37968261	-1,46218834	1	1,2
Ваерфреймінг	-0,5627314	-0,71521917	-0,223606798	-0,32489314	0,974679434	-0,308553963	0,467433452	0,524180724	1	1,2
Прототипування	1,6881943	-0,71521917	-0,223606798	-0,32489314	0,974679434	3,6747673	1,25905462	1,25987297	1	1,2
Класичне юзабіліті-тестування	1,6881943	1,32826417	-0,223606798	-0,32489314	-0,97467943	0,123309316	0,0904709907	0,0459807653	1	1,2
A/B тестування	1,6881943	1,32826417	-0,223606798	-0,32489314	-0,97467943	0,0447206775	0,58052219	0,708103785	1	1,2
Лабораторне дослідження	1,6881943	-0,71521917	-0,223606798	2,9240383	-0,97467943	0,374044495	0,806699667	0,744888398	1	1,2
5-секундний тест	1,6881943	1,32826417	-0,223606798	-0,32489314	-0,97467943	-0,536835246	-1,00272015	-1,13112683	1	1,2

Рисунок 2.1 – Результати стандартизації даних з коефіцієнтами вагомості

Це дозволило зробити показник більш вагомим та привести формулу обчислення Евклідової відстані (2.2) до вигляду:

$$\rho(a, b) = \sqrt{\sum_{\rho=1}^n ((a_{\rho} - b_{\rho}) \cdot k_{\rho})^2} \quad (2.3)$$

де k_{ρ} – ваговий коефіцієнт.

Для визначення кількості необхідних кластерів, що є необхідним для реалізації метода k -середніх, була проведена ієрархічна кластеризація методів. Для цього використовувались метод багатомірного розвідувального аналізу та ієрархічної кластеризації в пакеті Cluster Analysis модуля Multivariate Exploratory Techniques. В якості правила об'єднання застосовувався метод повного зв'язку, в якості міри близькості – Евклідова відстань. Отримані результати у вигляді вертикальної дендрограми представлені на рисунку 2.2.

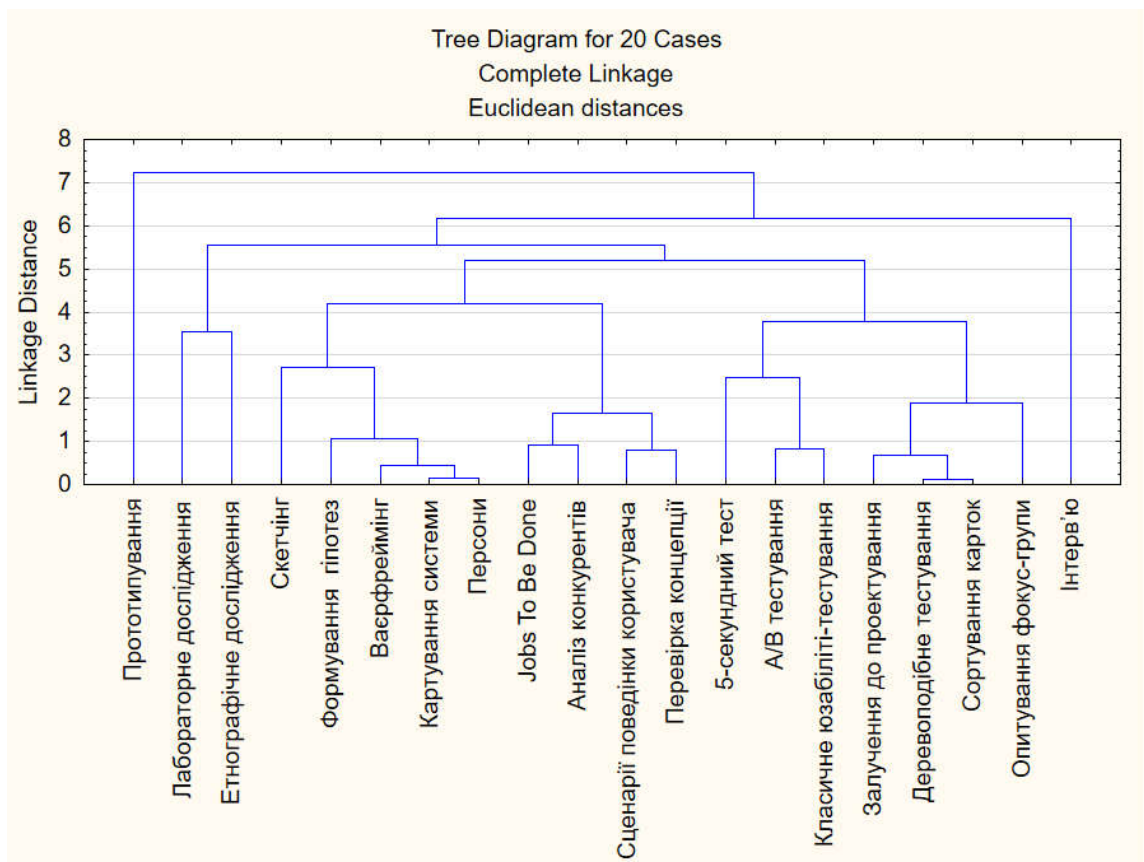


Рисунок 2.2 – Результати ієрархічної кластеризації

Це дозволило визначити, чи формують обрані методи «природні» кластери та визначити їх кількість для подальшого застосування метода k -середніх. За отриманими результатами ієрархічної кластеризації було визначена кількість кластерів – 7.

Графічне відображення відстаней значень окремих параметрів для 7 кластерів представлено на рисунку 2.3.

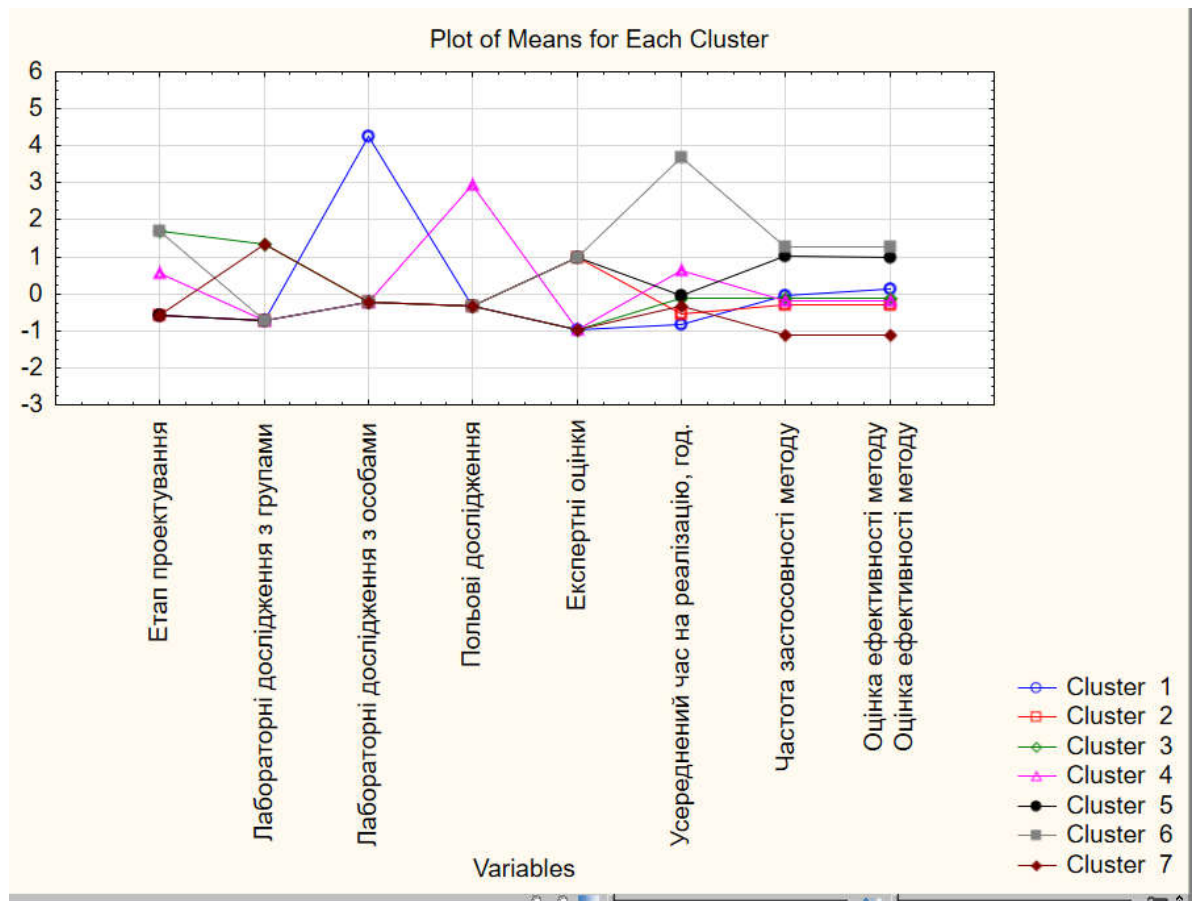


Рисунок 2.3 – Графічне відображення значень відстаней окремих параметрів для 7 кластерів

Розподіл UX-методів за 7 кластерами та відстаней між ними в межах одного кластеру, отриманий методом k -середніх відображений на рисунках 2.4 – 2.10.

Members of Cluster Number 1 (111) and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 1 cases	
Distance	
Інтерв'ю	0,00

Рисунок 2.4 – Методи, що включені до 1 кластеру

Members of Cluster Number 2 (111) and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 4 cases	
Distance	
Персони	0,272508
Формування гіпотез	0,109620
Картування системи	0,249481
Скетчинг	0,571285

Рисунок 2.5 – Методи, що включені до 2 кластеру

Members of Cluster Number 3 (111) and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 3 cases	
Distance	
Класичне юзабіліті-тестування	0,127732
A/B тестування	0,387447
5-секундний тест	0,497262

Рисунок 2.6 – Методи, що включені до 3 кластеру

Members of Cluster Number 4 (111) and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 2 cases	
Distance	
Етнографічне дослідження	0,626082
Лабораторне дослідження	0,626082

Рисунок 2.7 – Методи, що включені до 4 кластеру

Members of Cluster Number 5 (111) and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 5 cases	
	Distance
Перевірка концепції	0,265634
Аналіз конкурентів	0,389583
Jobs To Be Done	0,110068
Сценарії поведінки користувача	0,192322
Ваєрфреймінг	0,267926

Рисунок 2.8 – Методи, що включені до 5 кластеру

Members of Cluster Number 6 (111) and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 1 cases	
	Distance
Прототипування	0,00

Рисунок 2.9 – Методи, що включені до 6 кластеру

Members of Cluster Number 7 (111) and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 4 cases	
	Distance
Опитування фокус-групи	0,488919
Сортування карток	0,189877
Деревоподібне тестування	0,176398
Залучення до проектування	0,217281

Рисунок 2.10 – Методи, що включені до 7 кластеру

За отриманими кластерами було проведено статистичний аналіз параметрів, а саме за кожним із кластерів були визначені описувальні статистики для кожного з параметрів, а саме: середні значення параметрів, число спостережень N , стандартне відхилення, мінімум та максимум.

Результати цього етапу, що був реалізований за допомогою модуля Statistics, відображені на рисунках 2.11 – 2.18.

2-Way Tables of Descriptive Statistics (111) N=20 (No missing data in dep. var. list)					
Кластер	Етап проектування Means	Етап проектування N	Етап проектування Std.Dev.	Етап проектування Minimum	Етап проектування Maximum
1	-0,562731	1	0,000000	-0,562731	-0,562731
2	-0,562731	4	0,000000	-0,562731	-0,562731
3	1,688194	3	0,000000	1,688194	1,688194
4	0,562731	2	1,591645	-0,562731	1,688194
5	-0,562731	5	0,000000	-0,562731	-0,562731
6	1,688194	1	0,000000	1,688194	1,688194
7	-0,562731	4	0,000000	-0,562731	-0,562731
All Grps	0,000000	20	1,000000	-0,562731	1,688194

Рисунок 2.11 – Статистичний аналіз параметру «Етап проектування»

2-Way Tables of Descriptive Statistics (111) N=20 (No missing data in dep. var. list)					
Кластер	Лабораторні дослідження з групами Means	Лабораторні дослідження з групами N	Лабораторні дослідження з групами Std.Dev.	Лабораторні дослідження з групами Minimum	Лабораторні дослідження з групами Maximum
1	-0,715219	1	0,000000	-0,715219	-0,715219
2	-0,715219	4	0,000000	-0,715219	-0,715219
3	1,328264	3	0,000000	1,328264	1,328264
4	-0,715219	2	0,000000	-0,715219	-0,715219
5	-0,715219	5	0,000000	-0,715219	-0,715219
6	-0,715219	1	0,000000	-0,715219	-0,715219
7	1,328264	4	0,000000	1,328264	1,328264
All Grps	-0,000000	20	1,000000	-0,715219	1,328264

Рисунок 2.12 – Статистичний аналіз параметру «Лабораторні дослідження з групами»

2-Way Tables of Descriptive Statistics (111) N=20 (No missing data in dep. var. list)					
Кластер	Лабораторні дослідження з особами Means	Лабораторні дослідження з особами N	Лабораторні дослідження з особами Std.Dev.	Лабораторні дослідження з особами Minimum	Лабораторні дослідження з особами Maximum
1	4,248529	1	0,000000	4,248529	4,248529
2	-0,223607	4	0,000000	-0,223607	-0,223607
3	-0,223607	3	0,000000	-0,223607	-0,223607
4	-0,223607	2	0,000000	-0,223607	-0,223607
5	-0,223607	5	0,000000	-0,223607	-0,223607
6	-0,223607	1	0,000000	-0,223607	-0,223607
7	-0,223607	4	0,000000	-0,223607	-0,223607
All Grps	-0,000000	20	1,000000	-0,223607	4,248529

Рисунок 2.13 – Статистичний аналіз параметру «Лабораторні дослідження з особами»

2-Way Tables of Descriptive Statistics (111) N=20 (No missing data in dep. var. list)					
Кластер	Польові дослідження Means	Польові дослідження N	Польові дослідження Std.Dev.	Польові дослідження Minimum	Польові дослідження Maximum
1	-0,324893	1	0,000000	-0,324893	-0,324893
2	-0,324893	4	0,000000	-0,324893	-0,324893
3	-0,324893	3	0,000000	-0,324893	-0,324893
4	2,924038	2	0,000000	2,924038	2,924038
5	-0,324893	5	0,000000	-0,324893	-0,324893
6	-0,324893	1	0,000000	-0,324893	-0,324893
7	-0,324893	4	0,000000	-0,324893	-0,324893
All Grps	-0,000000	20	1,000000	-0,324893	2,924038

Рисунок 2.14 – Статистичний аналіз параметру «Польові дослідження»

2-Way Tables of Descriptive Statistics (111) N=20 (No missing data in dep. var. list)					
Кластер	Експертні оцінки Means	Експертні оцінки N	Експертні оцінки Std.Dev.	Експертні оцінки Minimum	Експертні оцінки Maximum
1	-0,974679	1	0,000000	-0,974679	-0,974679
2	0,974679	4	0,000000	0,974679	0,974679
3	-0,974679	3	0,000000	-0,974679	-0,974679
4	-0,974679	2	0,000000	-0,974679	-0,974679
5	0,974679	5	0,000000	0,974679	0,974679
6	0,974679	1	0,000000	0,974679	0,974679
7	-0,974679	4	0,000000	-0,974679	-0,974679
All Grps	0,000000	20	1,000000	-0,974679	0,974679

Рисунок 2.15 – Статистичний аналіз параметру «Експертні оцінки»

2-Way Tables of Descriptive Statistics (111) N=20 (No missing data in dep. var. list)					
Кластер	Усереднений час на реалізацію, год. Means	Усереднений час на реалізацію, год. N	Усереднений час на реалізацію, год. Std.Dev.	Усереднений час на реалізацію, год. Minimum	Усереднений час на реалізацію, год. Maximum
1	-0,824245	1	0,000000	-0,824245	-0,824245
2	-0,553676	4	0,187136	-0,824245	-0,408848
3	-0,122935	3	0,360595	-0,536835	0,123309
4	0,624780	2	0,354593	0,374044	0,875515
5	-0,054002	5	0,632305	-0,588105	0,912938
6	3,674767	1	0,000000	3,674767	3,674767
7	-0,311641	4	0,300712	-0,557044	0,119567
All Grps	0,000000	20	1,000000	-0,824245	3,674767

Рисунок 2.16 – Статистичний аналіз параметру «Усереднений час на реалізацію»

2-Way Tables of Descriptive Statistics (111) N=20 (No missing data in dep. var. list)					
Кластер	Частота застосовності методу Means	Частота застосовності методу N	Частота застосовності методу Std.Dev.	Частота застосовності методу Minimum	Частота застосовності методу Maximum
1	-0,06031	1	0,000000	-0,06031	-0,060314
2	-0,27707	4	0,784936	-1,41738	0,241256
3	-0,11058	3	0,810542	-1,00272	0,580522
4	-0,17340	2	1,386074	-1,15351	0,806700
5	1,01026	5	0,403015	0,46743	1,409840
6	1,25905	1	0,000000	1,25905	1,259055
7	-1,11581	4	0,630027	-1,49277	-0,173403
All Grps	0,00000	20	1,000000	-1,49277	1,409840

Рисунок 2.17 – Статистичний аналіз параметру «Частота застосовності методу»

2-Way Tables of Descriptive Statistics (111) N=20 (No missing data in dep. var. list)					
Кластер	Оцінка ефективності методу Means	Оцінка ефективності методу N	Оцінка ефективності методу Std.Dev.	Оцінка ефективності методу Minimum	Оцінка ефективності методу Maximum
1	0,11955	1	0,000000	0,11955	0,119550
2	-0,28508	4	0,784355	-1,42540	0,266688
3	-0,12568	3	0,931554	-1,13113	0,708104
4	-0,17473	2	1,300532	-1,09434	0,744888
5	0,98767	5	0,352442	0,52418	1,333442
6	1,25987	1	0,000000	1,25987	1,259873
7	-1,11273	4	0,674607	-1,46219	-0,101158
All Grps	0,00000	20	1,000000	-1,46219	1,333442

Рисунок 2.18 – Статистичний аналіз параметру «Оцінка ефективності методу»

На основі отриманих в ході проведеного статистичного аналізу параметрів були побудовані графічні залежності середніх та довірчих інтервалів для кожного з параметру у відповідності до визначених на попередньому етапі кластерів. Значення довірчого інтервалу було обрано у 95%, що відповідає довірчій ймовірності у 5%. В межах шляхів отримання значень показників для цього дослідження це було визначено, як достатнє.

Отримані графічні залежності приведені на рисунку 2.19.

За отриманими результатами проведеного кластерного та статистичного аналізу можна зробити висновок, що 2 методи – прототипування (6 кластер), інтерв'ю (1 кластер) є найбільш ефективними в порівнянні з іншими, та мають бути рекомендовані до застосування при UX-проектванні всіх типових інтерфейсів.

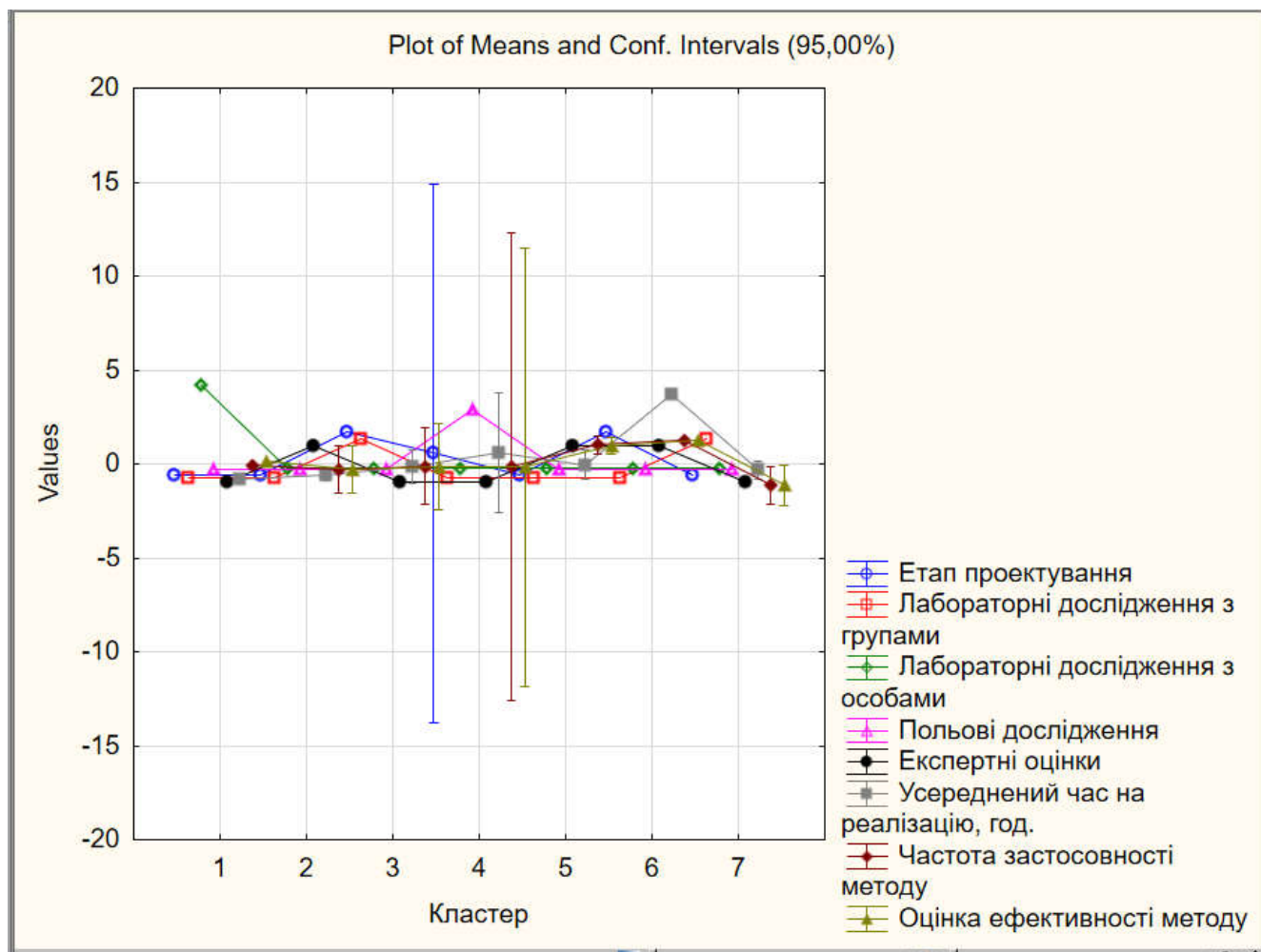


Рисунок 2.19 – Графік середніх та довірчих інтервалів значень параметрів у кожному з визначених кластерів

Кластер 7 включає до себе методи, які можливо оцінити, як найменш ефективні у співвідношеннях часу на реалізацію, складність виконання, застосовності та експертної оцінки ефективності. Тому можна вважати, що застосування цих методів не є доцільним в межах проектування типових інтерфейсів (що, доволі часто, мають достатньо низький загальний бюджет проекту).

Інші кластери містять множини методів, загальна ефективність яких є співвідносною. Це потребує розробки моделі прийняття рішень щодо вибору до застосування окремих методів з кластерів 2-5.

2.3 Розробка математичної моделі вибору найбільш ефективних UX-методів для типових інтерфейсів в межах окремих кластерів

Кожен окремий кластер методів, отриманий із відібраної множини, в узагальненому вигляді може бути описаний математичною моделлю цілеспрямованої системи зі структурою та властивостями, що забезпечують досягнення кінцевої мети кластеризації:

$$S = \langle (M \times R_M) \times (P \times R_P) \rangle, \quad (2.4)$$

де M – множина методів UX-досліджень, що відповідає кластеру S ;

R_M – множина відносин між елементами множини M , що упорядковує елементи в окремий кластер S шляхом відповідностей підмножинам властивостей P ;

P – підмножина властивостей (значень виділених критеріїв k), що відповідає діапазонам, заданим для кластеру S :

$$P = \{k_1, k_2 \dots k_n\}; \quad (2.5)$$

R_P – множина відносин між елементами множини P , що упорядковує елементи в окрему множину M шляхом відповідностей підмножинам властивостей P .

Виділені в окремі кластери методи (інтерв'ю та прототипування), що прийняті за найбільш ефективні, дозволяють не враховувати в моделі взаємозв'язки між методами як в межах кластерів, так і в межах загальної вибірки, адже покривають всі необхідні базові потреби для реалізації будь-якого методу в кластерах 2-5.

Кінцева множина методів, що мають найбільшу ефективність для UX-проекування інтерфейсів, в межах вирішення завдання розробки моделі прийняття рішень, може бути описаний математичною моделлю у вигляді системи рівнянь:

$$F_f = \begin{cases} F = \{M_{S_1}, M_{S_2}, M_{S_3}, M_{S_4}, M_{S_5}, M_{S_6}\}; \\ \rho_{M_{2-5}} \rightarrow \min; \\ \sum_{i=1}^6 t_i \leq R. \end{cases} \quad (2.6)$$

де M_{S_1} – найбільш ефективний метод UX-досліджень, що відповідає кластеру S_1 (за результатами кластеризації цей метод вже є визначеним, адже він єдиний у кластері – це інтерв'ю);

M_{S_2} – найбільш ефективний метод UX-досліджень, що відповідає кластеру S_2 ;

M_{S_3} – найбільш ефективний метод UX-досліджень, що відповідає кластеру S_3 ;

M_{S_4} – найбільш ефективний метод UX-досліджень, що відповідає кластеру S_4 ;

M_{S_5} – найбільш ефективний метод UX-досліджень, що відповідає кластеру S_5 ;

M_{S_6} – найбільш ефективний метод UX-досліджень, що відповідає кластеру S_6 (за результатами кластеризації цей метод вже є визначеним, адже він єдиний у кластері – це прототипування);

$\rho_{M_{2-5}}$ – значення відстаней параметрів окремих методів в кластерах 2-6 від центру відповідних кластерів, що має бути мінімальним;

t_i – значення усередненого часу на реалізацію методу, год.;

R – сумарний показник рентабельності застосуванні множини методів в межах розробки інформаційної системи (його значення дорівнює 18% від загального часу на реалізацію інформаційної системи, що визначено за експертним опитуванням).

Таким чином, розроблена модель зводить завдання прийняття рішень до однокритеріального [25]. У випадку, коли отриманий загальний час на реалізацію множини найефективніших методів перевищує допустиме значення показника рентабельності застосування методів, з усіх задіяних кластерів поетапно обирається метод, що має значення найбільшої віддаленості від центру кластера, окрім вже врахованого раніше. Цей алгоритм повторюється, допоки умова

$$\sum_{i=1}^6 t_i \leq R \text{ не буде виконуватись.}$$

У відповідності до результатів проведеного дослідження, найбільш ефективними методами UX-проекування типових інтерфейсів визначені наступні:

- інтерв'ю (1 кластер);
- формування гіпотез (2 кластер);
- класичне юзабіліті-тестування (3 кластер);
- етнографічне чи лабораторне дослідження (рівносильні у 4 кластері);
- Jobs To Be Done (5 кластер);
- прототипування (6 кластер).

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНОГО РІШЕННЯ

3.1 Розробка інтерфейсу веб-сайту із застосуванням запропонованих методів

Для дослідження реальної ефективності виділених в ході дослідження методів було розроблено сайт з продажу спортивного обладнання Британського бренду «Vital Gym» [26].

Ми мали змогу застосовувати всі запропоновані методи, адже загальний усереднений час на їх реалізацію не перевищував 18% від загального запланованого часу на розробку сайту.

Першим із застосованих методів було проведено інтерв'ю з виділеним представником найбільш характерного для найбільш вагомого сегменту ЦА потенційного користувача. Їм був мешканець міста Фарнхам (Великобританія) віком 28 років з середнім щорічним заробітком 36 000 фунтів, що є офісним співробітником та регулярно відвідував спортивний зал до початку пандемії.

Наступним кроком було реалізовано метод етнографічного дослідження. Вибір цього методу обумовлений наявністю достатньої кількості прямих конкурентів на ринку. Дослідження проводилось шляхом спостереження за вибіркою з 3 потенційних представників ЦА.

На основі результатів застосування двох попередніх методів UX-досліджень було розроблені 12 гіпотез.

Наступним було реалізовано метод Jobs To Be Done, в межах якого було сформовано 8 Job Stories.

На основі розроблених гіпотез та Job Stories було спроектовано інтерфейс сайту у вигляді клікабельного прототипу. Розробка проводилась з використанням векторного онлайн-сервісу для розробки інтерфейсів Figma [27].

Наступним етапом було проведено класичне юзабіліті-тестування, до якого були залучені 5 потенційних майбутніх користувачів сайту. Цей етап дозволив

підтвердити основні розроблені гіпотези та внести коректування до 3 екранів інтерфейсу до початку розробки програмної частини.

Скріншоти декількох основних сторінок інтерфейсу після внесення фінальних виправлень перед початком етапу розробки програмної частини представлені на рисунках 3.1-3.4.

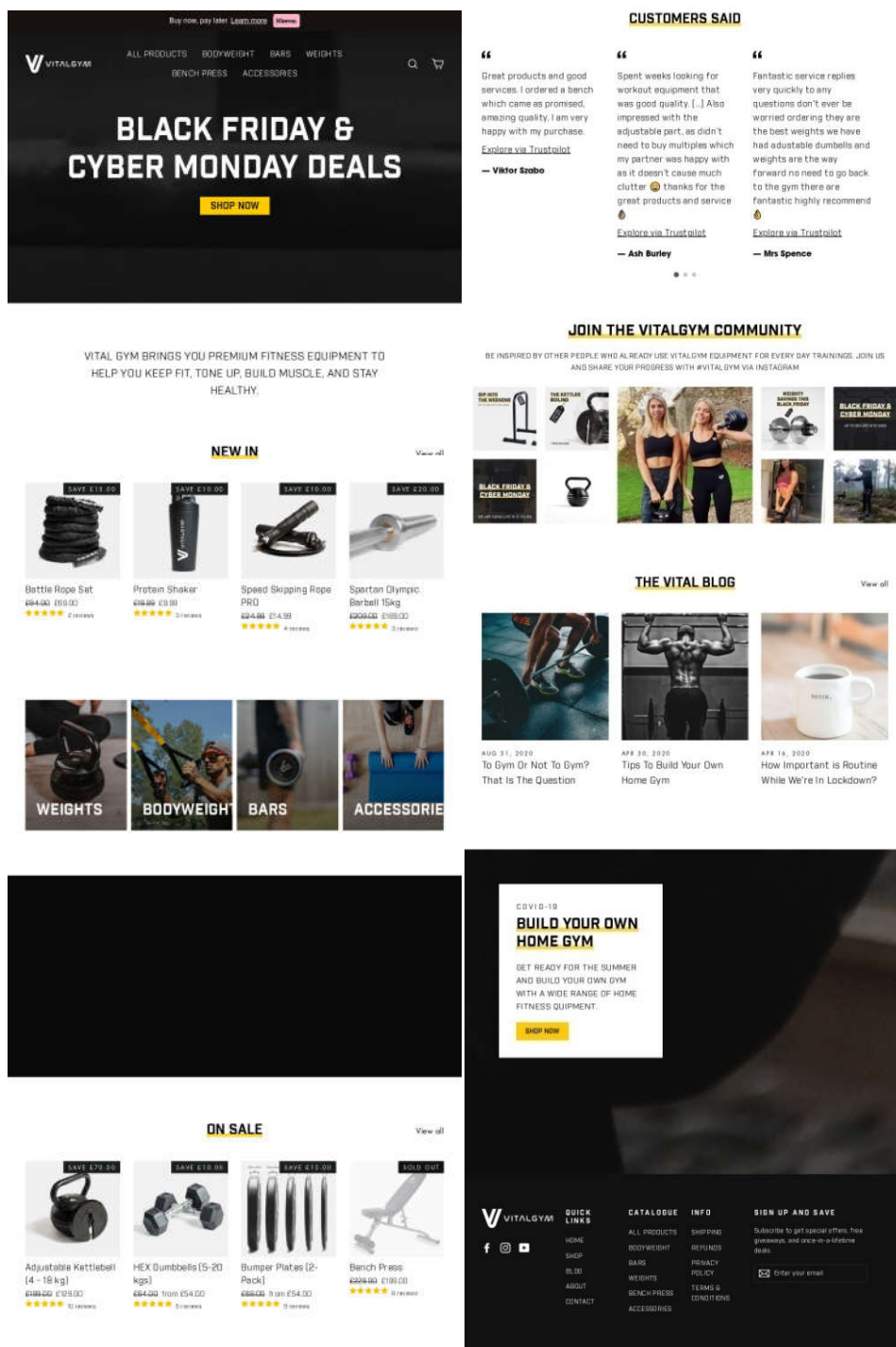


Рисунок 3.1 – Головна сторінка сайту

Прикладом UX-рішень для головної сторінки сайту (рисунок 3.1), основаних на результатах проведених досліджень можна виділити:

– у верхньому навігаційному меню товари згруповані одразу за типами (результат проведення інтерв'ю);

– спеціальні пропозиції щодо акційних товарів та іншого розташовані на 4 моніторі сторінки (результат проведення інтерв'ю та одна з гіпотез – якщо покупець бачитиме вигідні пропозиції майже відразу зайшовши на сайт, то кількість їх продажів збільшиться);

– в хедері сайту розташований значок сервісу Klarna (цей сервіс дозволяє оплачувати своє замовлення частинами – результат гіпотези, що покупець, який придбав товари більш ніж на 200 фунтів забажає виплачувати за нього гроші трьома частинами) та інші.

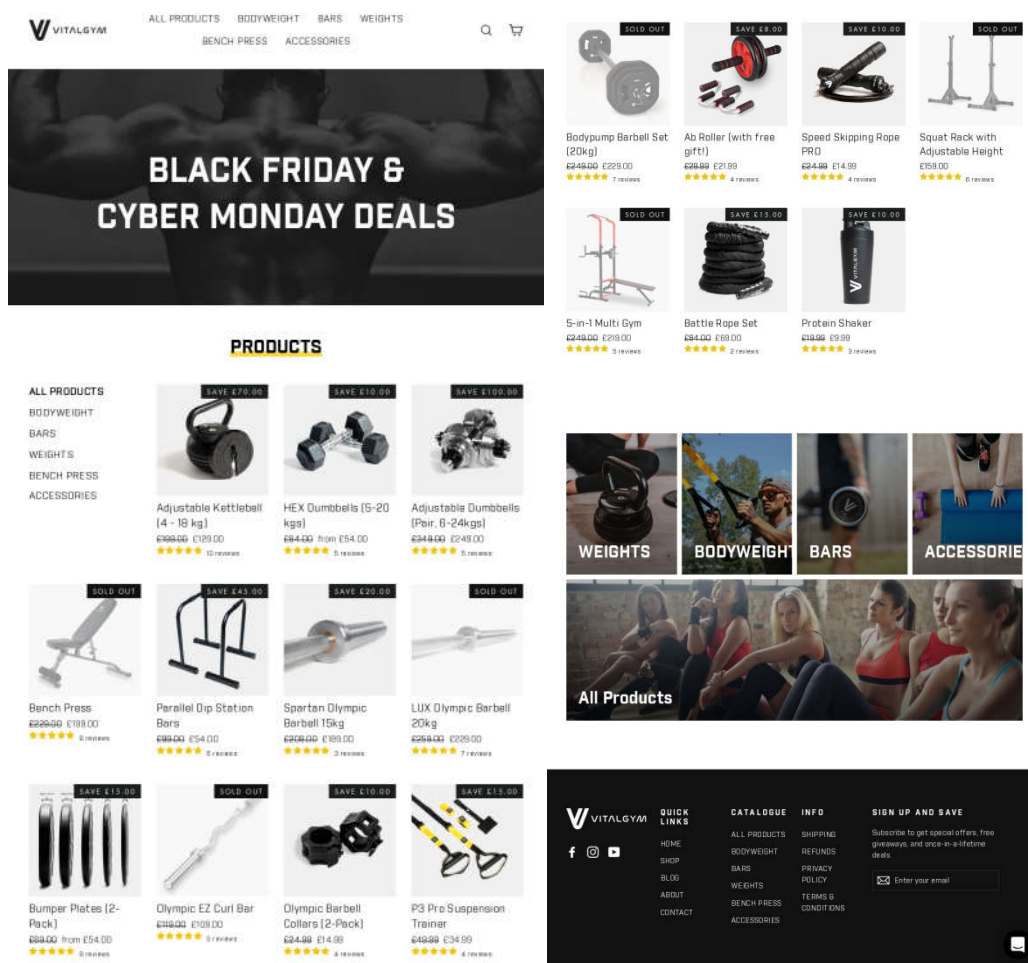


Рисунок 3.2 – Сторінка каталогу товарів

Прикладом UX-рішень для сторінки каталогу товарів (рисунок 3.2), основаних на результатах проведених досліджень можна виділити:

– на кожній карточці товару при наведенні з’являється кнопка для швидкого перегляду (результат проведення інтерв’ю, результат за проведенням юзабіліті-тестування прототипу) (рисунок 3.3);

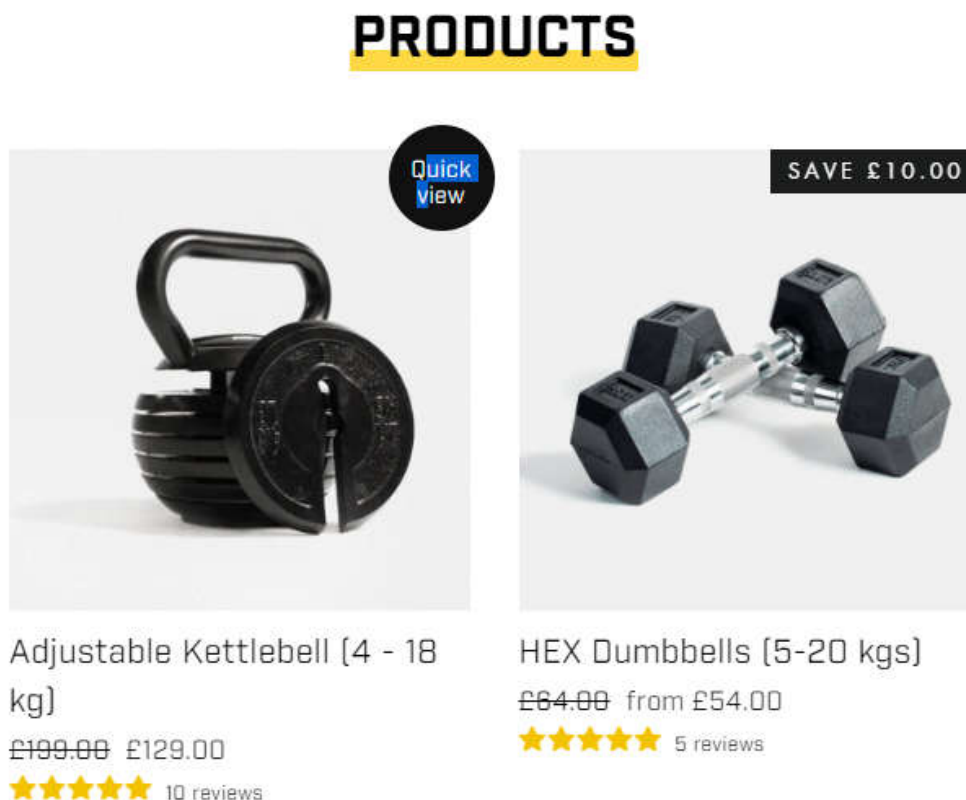


Рисунок 3.3 – Виклик швидкого перегляду товару

– на сайт-барі ліворуч розташовані фільтри товарів за категоріями (результат однієї з розроблених Job Stories – коли я знаходжусь на сторінці каталогу, я хочу мати можливість швидко знайти необхідний товар, для того, щоб зекономити свій час на його пошук);

– на кожній карточці товару у каталозі розташовані маркери рейтингу (результат гіпотези – якщо покупець бачить високий рейтинг товару, він з більшої вірогідністю перейде на його сторінку та зробить покупку) та інші.

COMPACT
Just ONE kettlebell, but with 7 different weight settings! It takes up minimal space at home so you can tuck it away easily.

PERFECT FOR THE FAMILY
The kettlebell weight ranges from 3.6 to 18 kg so you can share with members of the family - regardless of different levels of fitness and strength.

VITAL GYM
Our Company
At Vital Gym, we aim to make premium fitness equipment more accessible to everyone. You won't have a 'home gym' - you'll have a gym in your home. We provide the very-best fitness equipment to help you keep fit, stay strong, and be healthy.

DELIVERY
We're Fast!
It doesn't matter where you are, or how heavy your order is, we provide shipping across the UK via DPD for fast & reliable delivery, and you'll receive a tracking link so you can track it straight to your door.

RATING & REVIEWS
HAPPY CUSTOMERS
We pride our products in their quality, but don't just take our word for it - read what our customers are saying! Every customer is asked to leave feedback so that we make sure everyone is happy.

Trustpilot EXCELLENT

Adjustable Kettlebell [4 - 18 kg]
£199.00 £129.00
PRE ORDER NOW
Estimated delivery between 7th - 11th December
FREE NEXT DAY DELIVERY
★★★★★ 10 REVIEWS

One kettlebell, 7 different weight settings!

Say goodbye to faffing between different sized kettlebells as this is the only kettlebell you'll need. From KB Swings to Thrusters, Snatches, Clean + Press, and more... You can quickly & easily change the weight depending on your movement and strength. Plus, it's even easier to build strength because you can gradually increase the weight.

ADJUSTABLE WEIGHT SYSTEM
Adjust the weight of the kettlebell by adding or removing the weight plates.
With just one kettlebell, you'll have access to 7 different weight options.
Get fitter and stronger by gradually adding a plate and increasing the weight.
It will revolutionise your training. You only need one piece of equipment but can frequently add weight to help improve your fitness & strength.
Weights increase in the following increments: 3.6, 5.7, 8.2, 10.6, 13.4, 15.9, 18kg

Next: HEX Dumbbells [5-20 kgs]

VITALGYM
QUICK LINKS: HOME, SHOP, BLOG, ABOUT, CONTACT
CATALOGUE: ALL PRODUCTS, BODYWEIGHT, BARS, WEIGHTS, ACCESSORIES
INFO: SHIPPING, RETURNS, PRIVACY POLICY, TERMS & CONDITIONS
SIGN UP AND SAVE: Subscribe to get special offers, free giveaways, and once-in-a-lifetime deals. EMAIL your email

Рисунок 3.4 – Сторінка товару

Прикладом UX-рішень для сторінки товару (рисунок 3.4), основаних на результатах проведених досліджень можна виділити:

- сторінка розроблена за принципами розробки повноцінної Landing Page (результат інтерв'ю та гіпотези – якщо інформація про товар буде надана у розгорнутому кастомізованому вигляді, то це підвищить загальну конверсію сторінки на 4%);

- розміщення кнопки виконання цільової дії (покупки) як на початку сторінки, так і в кінці (результат гіпотези – якщо покупець зайшов на цю сторінку вже вирішивши виконати цільову дію, то розміщення відповідної кнопки на першому моніторі підвищить кількість продажів на 2%);

- всі доступні модифікації товару розміщені на одній сторінці, перемикаючись між варіантами змінюється ціна, а до корзини потрапляє відповідний варіант продукту (результат етнографічного дослідження та Job Stories – потрапляючи на сторінку товару я хочу бачити всі доступні його варіанти, щоби швидко та без додатковою комунікації придбати необхідний мені продукт) та інші.

3.2 Розробка програмної частини веб-сайту

Для розробки програмної частини сайту була використана мова структурування HTML 5, формальна мова опису зовнішнього вигляду веб-інтерфейсів CSS 3, мова програмування JavaScript та текстовий формат обміну даними JSON.

Окремо програмну частину було адаптовано для перегляду сайту з мобільних пристроїв за допомогою CSS Grid Layout, що є останньою моделлю для створення оптимізованих шаблонів двовимірних інтерфейсів.

Також, для підвищення швидкодії сайту, під час розробки програмної частини була застосована технологія взаємодії з сервером за запитами користувачів – AJAX. Ця технологія поєднує в собі асинхронний JavaScript та мову структурування даних XML, що дозволяє обробляти будь-які запити до

сервера у фоновому режимі не перезавантажуючи при цьому веб-сторінку повністю.

Реалізацій CMS-частини сайту виконана за рахунок використання системи Shopify. Весь код Front-End частини було кастомізовано відповідно до розробленого прототипу інтерфейсу.

Фрагменти кастомізованого коду головної сторінки сайту наведені у додатку В. Результат розробки доступний за посиланням [26].

Дослідження ефективності застосованих при розробці веб-сайту методів було проведено, як зазначалось раніше, за допомогою UX-методів – метода теплових карт та метода огляду аналітики.

3.3 Дослідження ефективності використаних методів за допомогою теплових карт

Для реалізації метода теплових карт було використано сервіс Hotjar [21]. Теплові карти поділяються на 3 види:

- карта кліків;
- карта скролінгу;
- карта посилань.

Теплові карти дозволяють визначити, на які елементи сторінки та на які посилання найчастіше натискають користувачі, як глибоко гортають сторінки Це дозволяє отримати більш повне розуміння взаємодії реального користувача з системою [21].

В межах даного дослідження було проведено аналіз саме карт кліків. Дослідження проводилось за період у 3 (вересень, жовтень та листопад 2020 року). Основними сторінками для проведення дослідження були визначені головна сторінка сайту сторінка товару.

Отримана карта кліків 1 екрану головної сторінки приведена на рис. 3.5.

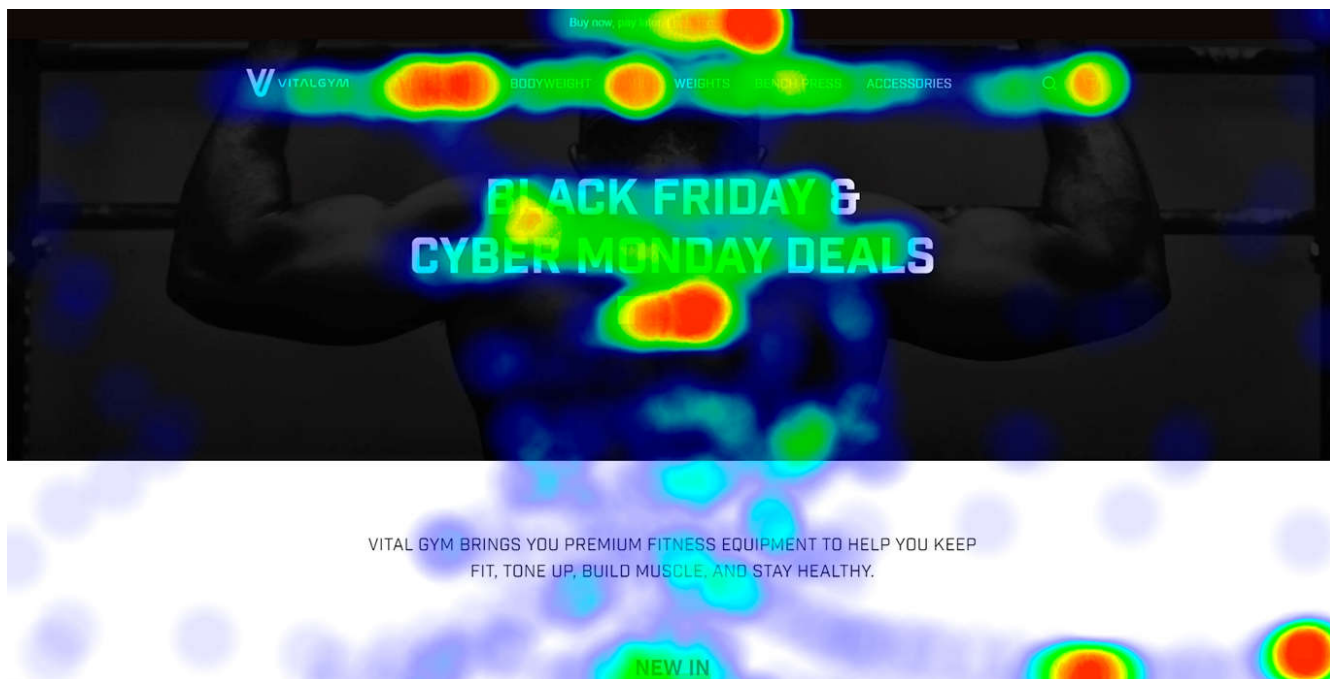


Рисунок 3.5 – Карта кліків 1 екрану головної сторінки розробленого сайту

Основними елементами інтерфейсу, які використовували користувачі найчастіше, виявилися;

- посилання на сервіс Klarna;
- розділ меню «ALL PRODUCTS» (перехід на сторінку загального каталогу);
- розділ меню «BARS» (перехід на сторінку каталогу з позиціями типу штанги та грифи);
- перехід до корзини (особливо важливо для «покинутих» в корзині при попередньому відвідування товарів);
- кнопка «SHOP NOW» на інтерактивному банері (що також є переходом на сторінку загального каталогу);
- кнопка «View All» (перехід на сторінку каталогу з новинками);
- висока активність на кнопці виклику підтримки (була отримана за період акційних знижок).

Всі зазначені елементи є ключовими для виконання цільової дії користувачем.

Отримана карта екрану кліків картки товару сторінки товару приведена на рис. 3.6.

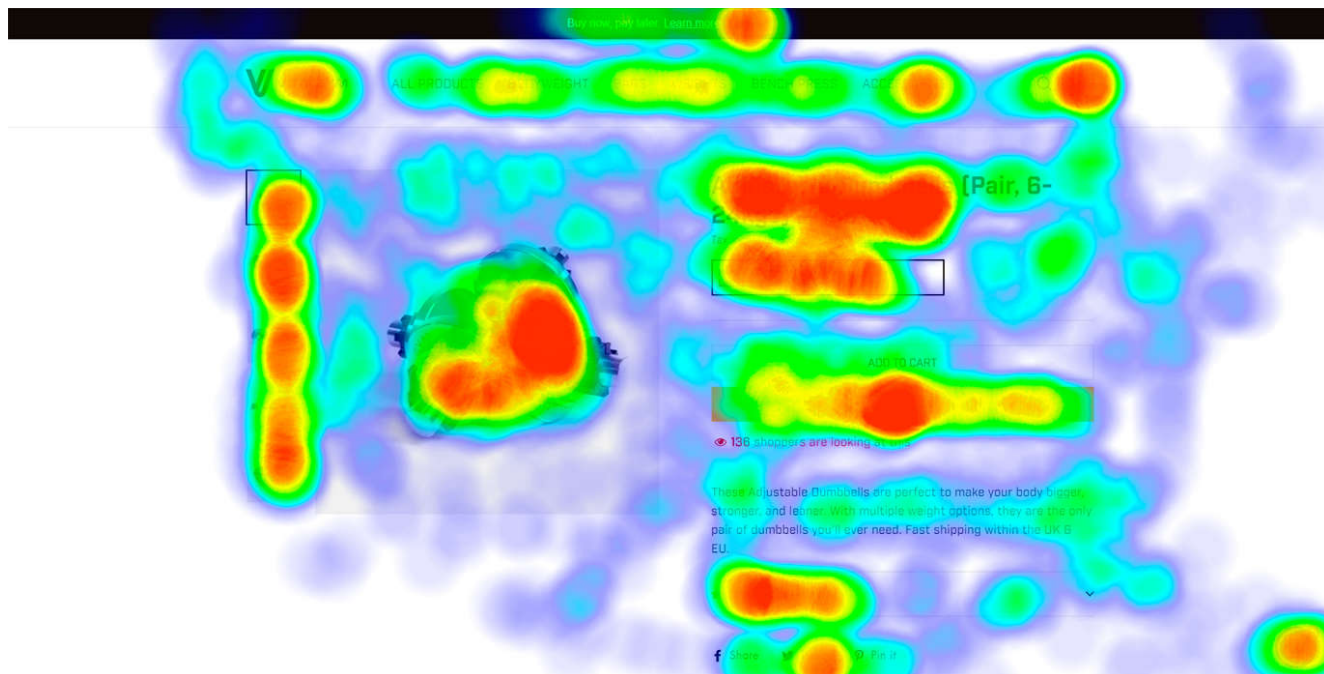


Рисунок 3.6 – Карта кліків картки товару

Найбільша активність користувачів визначена на наступних елементах:

- посилання на сервіс Klarna;
- логотип (перехід на головну сторінку);
- зображення товару (а саме, перемикання між фотокартками товару з різними ракурсами);
- виклик модального вікна з інформацією про розбиття виплати на декілька платежів;
- кнопка покупки (виконання основної цільової дії);
- розгортання відгуків;

– висока активність на кнопці виклику підтримки (була отримана за період акційних знижок);

– посилання на Twitter (висока активність була отримана під час проведення акцію, обов'язковою умовою якої було розміщення інформації про товар на своїй сторінці у Twitter).

Всі зазначені елементи, окрім логотипу, є ключовими для прямого виконання цільової дії користувачем.

За отриманими результатами, ми можемо зробити висновок, що всі використані в цьому блоці UX-рішення є доцільними та ефективними. Що доводить ефективність застосованих при проектуванні інтерфейсу UX-методів.

3.4 Дослідження ефективності використаних методів за допомогою огляду аналітики

Одним з найбільш ефективним методів дослідження як UX-рішень, так і загальної розробки сайту є показник конверсію сайту, що є співвідношенням кількості унікальних відвідувачів сайту до відвідувачів, які виконали цільову дію (зробили покупку).

Дослідження за цим показником також проводилось за період у 3 (вересень, жовтень та листопад 2020 року) за допомогою вбудованих модулів аналітики у сервісі Shopify.

На рисунку 3.7 зображено графічне представлення кількості сесій користувачів. На ньому ми можемо побачити, що за зазначений період на сайті було, загалом, 75581 сесія відвідувань. З них унікальних користувачів – 75026, що складає 99,27% від загальної кількості відвідувань.

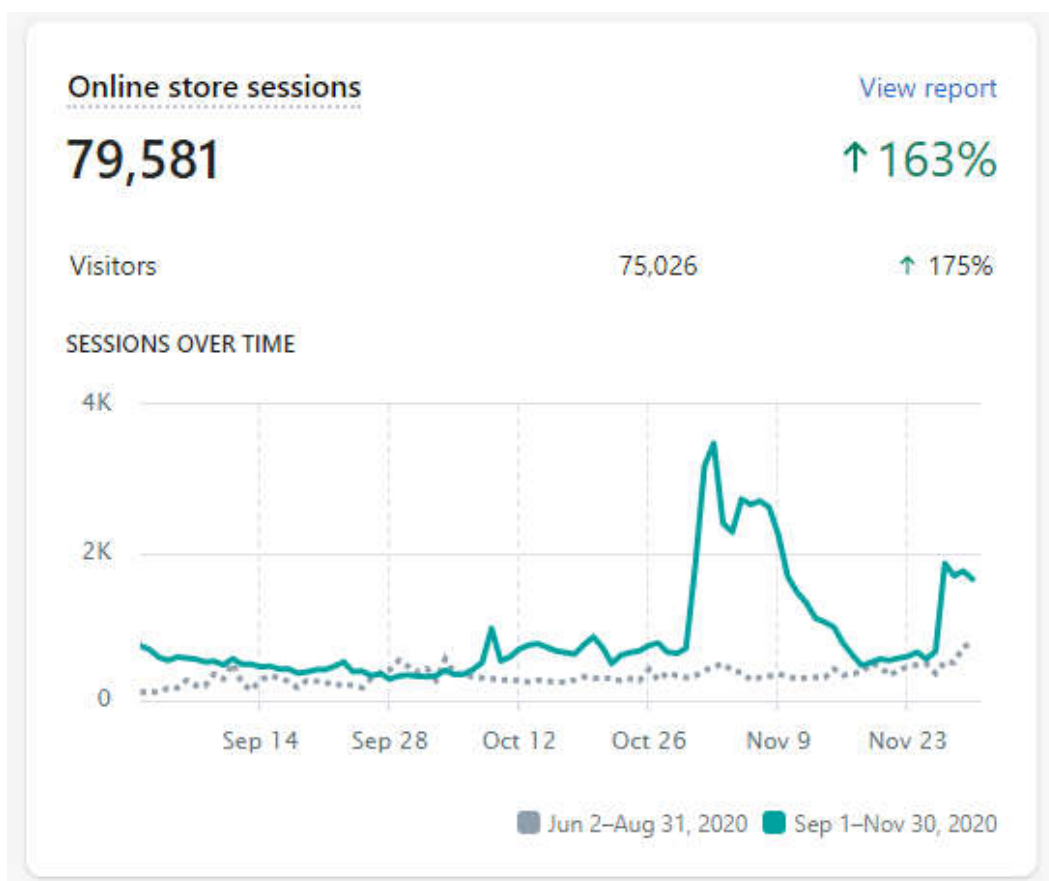


Рисунок 3.7 – Кількості сесій користувачів на розробленому сайті

Отримані результати конверсії за зазначений період приведені на рисунку 3.8.



Рисунок 3.8 – Результати конверсії розроблено сайту

Загальний результат конверсії склав 2,2% від загальної кількості унікальних відвідувачів сайту. Цей результат є достатньо високим показником для нового сайту (нормальною для інтернет-магазинів вважається конверсія 1,2%) [28]. Отримані результати дослідження ефективності UX-рішення підтверджують високу ефективність обраних та застосованих UX-методів.

ВИСНОВКИ

В результаті атестаційної роботи було проведено:

- аналіз предметної галузі;
- виділення вибірки UX-методів для проведення подальшого дослідження;
- кластеризація UX-методів в межах виділеної вибірки;
- розробка математичної моделі вибору найбільш ефективних UX-методів для типових інтерфейсів в межах окремих кластерів;
- дослідження ефективності запропонованого рішення.

В ході проведено аналізу та формування вибірки було виділено 20 найбільш поширених UX-методів, що застосовуються для розробки програмних систем з типовими веб-інтерфейсами.

За результатами кластеризації вибірки було отримано 7 кластерів, з яких за допомогою розробленої математичної моделі визначено 5 найбільш ефективних для зазначених вимог UX-методів:

- інтерв'ю (1 кластер);
- формування гіпотез (2 кластер);
- класичне юзабіліті-тестування (3 кластер);
- етнографічне чи лабораторне дослідження (рівносильні у 4 кластері);
- Jobs To Be Done (5 кластер);
- прототипування (6 кластер).

Для дослідження ефективності запропонованого рішення було розроблено веб-сайт типу «інтернет-магазин» та проведено аналіз його ефективності та взаємодії з користувачами за період у три місяці із застосуванням методу теплових карт та кінцевої аналітики.

За отриманими результатами застосування методу теплових карт було визначено, що всі використані UX-рішення є доцільними та ефективними, що відображено на зонах найбільшої активності користувачів.

За отриманими результатами застосування методу кінцевої аналітики загальний результат конверсії склав 2,2% від загальної кількості унікальних відвідувачів сайт, що є гарним показником для інтернет-магазинів.

Отримані результати дослідження ефективності UX-рішення підтверджують високу ефективність обраних та застосованих UX-методів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Jeff Gothelf, Josh Seiden. Lean UX: Applying Lean Principles to Improve User Experience. Newton, Massachusetts: O'Reilly Media, 2013. – 152 p.
2. Leah Buley. The User Experience Team of One: A Research and Design Survival Guide. New York, New York: Rosenfield Media, 2013. – 264 p.
3. Miklos Philips: The Complete Guide to UX Research Methods. [Електронний ресурс] URL: <https://www.toptal.com/designers/user-research/guide-to-ux-research-methods> (дата звернення 28.10.2020).
4. Arnold P.O.S. Vermeeren, Effie Lai-Chong Law, Virpi Roto, Marianna Obrist, Jettie Hoonhout, Kaisa Väänänen-Vainio-Mattila. User experience evaluation methods: Current state and development needs // Proceedings of the 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction 2010, Reykjavik, Iceland, October 16-20, 2010. P. 521-530. URL: https://www.researchgate.net/publication/221248254_User_experience_evaluation_methods_Current_state_and_development_needs. (дата звернення 28.10.2020).
5. Virpi Roto, Marianna Obrist, Kaisa Väänänen-Vainio-Mattila. User Experience Evaluation Methods in Academic and Industrial Contexts // Interact 2009 conference, User Experience Evaluation Methods in Product Development (UXEM'09), Workshop in Interact'09 conference, Uppsala, Sweden. August 25th, 2009. P. 1-5. URL: <https://static.googleusercontent.com/media/research.google.com/ru//pubs/archive/37660.pdf>. (дата звернення 30.10.2020).
6. Методичні вказівки до виконання атестаційної роботи виконавця в подальшому магістра за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення (Освітньо-професійна програма – «Програмне забезпечення систем», Освітньо-наукова програма – «Інженерія програмного забезпечення») для студентів усіх форм навчання /Упор.: З.В. Дудар, В.В. Голян, В.І. Каук, І.А. Ревенчук – Харків: ХНУРЕ, 2020 – 50с.
7. ДСТУ 3008-2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. – К.: Вид-во стандартів, 2016 – 26 с.

8. User Experience Basics [Электронный ресурс] URL: [https://www.usability.gov/what-and-why/user-experience.html#:~:text=User%20experience%20\(UX\)%20focuses%20on,the%20group%20managing%20the%20project.](https://www.usability.gov/what-and-why/user-experience.html#:~:text=User%20experience%20(UX)%20focuses%20on,the%20group%20managing%20the%20project.) (дата звернения 30.10.2020).

9. Turevska, O. , Shubin, I. Improving the automated testing of Web-based services by reflecting the social habits of target audiences // Information Technologies in Innovation Business Conference, ITIB 2015. Proceedings, 2015, с. 93-96.

10. User Experience Design [Электронный ресурс] URL: http://semanticstudios.com/user_experience_design/. (дата звернения 28.10.2020).

11. Jesse James Garrett. The Elements of User Experience [Электронный ресурс] URL: <http://uxdesign.com/assets/Elements-of-User-Experience.pdf>. (дата звернения 29.10.2020).

12. Richard Murch. The Software Development Lifecycle - A Complete Guide. Richard Murch, 2013. – 114 p.

13. Жизненный цикл программного обеспечения [Электронный ресурс] URL: <https://qaevolution.ru/zhiznennyj-cikl-programmnogo-obespecheniya/>. (дата звернения 01.11.2020).

14. Полный цикл разработки IT продуктов на примере проекта: роли в команде, задачи заказчика, этапы [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/post/458336/>. (дата звернения 01.11.2020).

15. How to inject UX into SDLC Models [Электронный ресурс] URL: <https://www.linkedin.com/pulse/how-inject-ux-sdlc-models-rajesh-kattampally/>. (дата звернения 06.11.2020).

16. 21 метод UX-исследований: какой выбрать [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/post/511652/>. (дата звернения 06.11.2020).

17. UX Methods Bank [Электронный ресурс] URL: <https://uxmastery.com/resources/techniques/>. (дата звернения 06.11.2020).

18. Ryan Graham Williams. User experience: a review of methodology and the creation of an evaluation instrument. Iowa State University: Iowa, USA, 2014. – 104 p.

19. Garm Lucassen, Maxim van de Keuken, Fabiano Dalpiaz, Sjaak Brinkkemper, Gijs Willem Sloof, Johan Schlingmann. Jobs-to-be-Done Oriented Requirements Engineering: A Method for Defining Job Stories // Requirements Engineering: Foundation for Software Quality. 25th International Working Conference, REFSQ 2019, Essen, Germany, March 18–21, 2019. P. 227-243.
20. Tony Ulwick. Reinventing Market Research To Put Jobs-to-be-Done Theory Into Practice. Дата обновления: 13.11.2017. URL: <https://jobs-to-be-done.com/reinventing-market-research-to-put-jobs-to-be-done-theory-into-practice-35064bfaacda>. (дата звернення 19.11.2020).
21. Hotjar [Електронний ресурс] URL: <https://www.hotjar.com/>. (дата звернення 20.11.2020).
22. Sammut C., WebbG. Encyclopedia of Machine Learning. – NY: Springer Science+Business Media, 2010. – 1059 p.
23. Clusterization [Електронний ресурс] URL: <http://pzs.dstu.dp.ua/DataMining/cluster/index.html>. (дата звернення 06.11.2020).
24. STATISTICA Multivariate Exploratory Techniques [Електронний ресурс] URL: http://statsoft.ru/products/STATISTICA_Advanced/statistica-multivariate-exploratory-techniques.php. (дата звернення 06.11.2020).
25. Петров Э.Г., Новожилова М.В., Гребенник И.В., Соколова Н.А. Методы и средства принятия решений в социально-экономических и технических системах: учебное пособие / Под общей редакцией Э.Г. Петрова. Херсон: ОЛДІ-плюс, 2003. – 380 с.
26. Vital Gym [Електронний ресурс] URL: <https://vitalgym.co/>. (дата звернення 25.11.2020).
27. Figma [Електронний ресурс] URL: <https://www.figma.com/>. (дата звернення 22.11.2020).
28. Конверсия в интернет-маркетинге [Електронний ресурс] URL: <https://callbackhunter.com/blog/konversiya-v-internet-marketinge-ot-posetitelya-do-rokupatelya/>. (дата звернення 25.11.2020).