Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
(повна назва)

Кафедра Медіасистеми та технології
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)
(рівень вищої освіти)

Дослідження та вдосконалення інтерфейсу керування термостатом за допомогою Usability Testing
(тема)

Виконав:
студент 2 курсу, групи ТЕМВм-22-1

Мельник С.О.

Спеціальності 186 Видавництво та поліграфія

Тип програми Освітньо-професійна

Освітня програма

Технології електронних мультимедійних видань

Керівник доц. Білець Д.Ю.

Допускається до захисту
Зав. кафедри МСТ _____ Дейнеко Ж.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

2024 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
Кафедра Медіасистеми та технології
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)
« 30 « жовтня 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові *Мельнику Сергію Олександровичу*
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Дослідження та вдосконалення інтерфейсу керування термостатом за допомогою Usability Testing*

затверджена наказом по університету від 27 жовтня 2023 р. № 1248 Ст

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 19 січня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи
Функціонал пристроїв «розумний будинок»; Вимоги до головних екранів інтерфейсу керування терморегуляторами; Національні та міжнародні стандарти по юзабіліті

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі
Вступ; 1 Аналіз сучасного стану розробки інтерфейсів «розумних» електронних пристроїв; 3 Аналіз методів дослідження; 4 Експериментальна частина; 5 Економічна частина; Висновки; Перелік джерел посилань; Додатки

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій
Завдання на кваліфікаційну роботу, Актуальність дослідження, Мета роботи, Задачі дослідження, Аналіз методів дослідження, Вибір і обґрунтування програмного забезпечення для проєктування інтерфейсу керування термостатом, Планування експерименту, Розробка двох прототипів, Оцінка ефективності варіантів розроблених прототипів; Опис процедури проведення Usability Testing; Економічна частина; Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	доц. Білець Д.Ю.		17.01.2024
Економічна частина	ас. Помогалова Н.В.		15.01.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз технічного завдання	5.11.2023	
2	Аналіз літератури за темою кваліфікаційної роботи	10.11.2023	
3	Формулювання мети та задач дослідження	15.11.2023	
4	Аналіз методів дослідження	25.11.2023	
5	Розробка прототипів для тестування	10.12.2023	
6	Тестування інтерфейсу керування термостатом за допомогою Usability Testing	30.12.2023	
7	Економічна частина	08.01.2024	
8	Оформлення пояснювальної записки	15.01.2024	
9	Оформлення графічної частини	16.01.2024	

Дата видачі завдання 30 жовтня 2023 р.

Студент _____ Мельник С.О.
(підпис)

Керівник роботи _____ доц. Білець Д.Ю.
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 68 с., 10 рис., 6 табл., 5 дод., 18 джерел.

«РОЗУМНИЙ БУДИНОК», ТЕРМОСТАТ, ІНТЕРФЕЙС, ПРОТОТИП, ЮЗАБІЛІТІ-ТЕСТУВАННЯ, ЕКСПЕРТНІ МЕТОДИ, ОЦІНОК, ЕВРИСТИКИ НІЛЬСЕНА.

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження принципів проєктування інтерфейсів для керування пристроями «розумного будинку» та розробка ефективного інтерфейсу для електронних термостатів за результатами юзабіліті-тестування.

Об’єктом дослідження є процес розробки та тестування інтерфейсу.

Предметом дослідження є вимоги та методи розробки інтерфейсів електронних пристроїв та мобільних додатків.

У межах даного дослідження розроблено та протестовано два різних варіанти інтерфейсу керування термостатом фірми Venstar за допомогою сучасних методів прототипування та тестування. В рамках експерименту проводилась оцінка ефективності цих прототипів.

В роботі також здійснено економічне обґрунтування проведених досліджень та доведена їх ефективність.

ABSTRACT

Explanatory note of the qualification work: 68 p., 10 fig., 6 tabl., 5 app., 18 sources.

SMART HOUSE, THERMOSTAT, INTERFACE, PROTOTYPE, USABILITY TESTING, EXPERT METHODS, EVALUATION, NIELSEN'S HEURISTICS.

The purpose of the qualification work is to research the principles of designing interfaces for controlling «smart home» devices and to develop an effective interface for electronic thermostats based on the results of usability testing.

The object of the research is the process of development and testing of the interface.

The subject of research is the requirements and methods of developing interfaces of electronic devices and mobile applications.

Within the scope of this study, two different versions of the Venstar thermostat control interface were developed and tested using modern prototyping and testing methods. As part of the experiment, the effectiveness of these prototypes was evaluated.

In the work, the economic justification of the conducted studies was also carried out and their effectiveness was proven.

ЗМІСТ

С.

ВСТУП 8
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ РОЗРОБКИ ІНТЕРФЕЙСІВ «РОЗУМНИХ» ЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ 10
1.1 Обґрунтування актуальності теми дослідження 10
1.2 Аналітичний огляд літератури по темі дослідження 12
1.3 Постановка мети і задач дослідження 15
2 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ 16
2.1 Основні вимоги до інтерфейсу 16
2.2 Інструментальні засоби розробки інтерфейсів електронних пристроїв та мобільних додатків 18
2.2.1 Огляд та порівняльний аналіз сучасних інструментів прототипування та макетування 19
2.2.2 Огляд та порівняльний аналіз сучасних інструментів для розробки UI-дизайну інтерфейсу 25
2.3 Рекомендації щодо розробки інтерфейсів 30
3 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ 32
3.1 Експертні методи 32
3.2 Юзабіліті-тестування 33
4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА 42
4.1 Планування експерименту 42
4.2 Розробка структури інтерфейсу 42
4.3 Розробка wireframe та візуального дизайну інтерфейсу 46
4.4 Розробка прототипу 48
4.5 Проведення юзабіліті-тестування прототипу 49
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА 56
5.1 Характеристика науково-дослідної роботи 56
5.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата 56

5.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР 58
5.4 Оцінка результатів науково-дослідної роботи 62
5.5 Визначення економічної ефективності результатів НДР 63
ВИСНОВКИ 65
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ 67
ДОДАТОК А Графічна карта 69
ДОДАТОК Б Приклади UI-дизайну інтерфейсу 70
ДОДАТОК В Приклади вдалої та невдалої реалізації евристик Нільсена 71
ДОДАТОК Г Приклад User Testing Script для задачі «Тестування блоку початкових налаштувань DC500» 74
ДОДАТОК Д Приклад функцій та задач тестування 75

ВСТУП

Сучасний світ швидко розвивається, кожна компанія постійно удосконалює свої технології, додаючи нові можливості та функціонал. В наші дні інтернет є необхідністю, і навіть за найдрібнішими запитаннями ми звертаємось до «Google» або інших пошукових систем. Телевізори можуть підключатися до інтернету, системи «Розумний будинок» можуть бути керовані через телефони завдяки підключенню до мережі Інтернет. Автоматично можуть керуватися включення світла або води, підігрів оселі, сигналізація тощо.

Система «Розумний будинок» – це сукупність налаштувань система житла, покликаних створювати та підтримувати заданий мікроклімат у будинку чи квартирі практично без участі людини [1]. Дистанційно зараз можна керувати навіть чайником. Тому дуже важливим питанням зараз є розробка таких електронних пристроїв, які не тільки «розумні», але й мають простий інтерфейс управління для зручності користування.

Терморегулятори з вбудованим Wi-Fi модулем представляють передовий тренд у створенні комфорту в домашніх умовах. За їх допомогою зручно виконувати різні функції за допомогою смартфона або комп'ютера. Ці «розумні» терморегулятори дозволяють контролювати температуру в оселі навіть з будь-якого кутка світу, де є доступ до Інтернету.

Це і визначило актуальність теми кваліфікаційної роботи магістра – дослідження да вдосконалення інтерфейсу керування термостатом фірми Venstar за допомогою сучасних методів прототипування та тестування.

Об’єктом дослідження є процес розробки та тестування інтерфейсу керування термостатом.

Предметом дослідження є вимоги та методи розробки інтерфейсів електронних пристроїв та мобільних додатків.

Для проведення дослідження в рамках кваліфікаційної роботи були застосовані певні методи. Методи дослідження є інструментами і прийомами,

що дозволяють отримати поглиблене розуміння об'єкта. У цьому дослідженні були використані наступні підходи: теоретичні методи, такі як аналіз літератури в галузі, порівняльний аналіз, а також науковий метод, зокрема експеримент.

Проведений аналітичний огляд літератури дає можливість визначити напрямок дослідження та сучасні тенденцій в даній предметній галузі.

Дослідження можливостей розробки інтерфейсів електронних пристроїв та мобільних додатків базується на комбінації теоретичних та емпіричних методів. Цей підхід включає аналіз, порівняння, моделювання і проведення експериментів. Основними інструментами для створення нових додатків є наявні інструменти та ресурси, такі як засоби прототипування та створення дизайну.

У межах даного дослідження планується розробити два різних варіанти інтерфейсу, які потім будуть піддані тестуванню. Оцінка ефективності цих прототипів проводитиметься в рамках експерименту.

1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ РОЗРОБКИ ІНТЕРФЕЙСІВ «РОЗУМНИХ» ЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ

1.1 Обґрунтування актуальності теми дослідження

Сучасний розвиток технологій дозволяє нам створювати нові додатки та пристрої, об'єднуючи різні технології та бібліотеки. Проте, із зростанням числа цих технологічних рішень, починають виникати проблеми пов'язані з вибором та інтеграцією «продуктів». Ця ситуація особливо актуальна в домівках, де можуть бути численні електричні пристрої або системи «Розумного будинку».

Уявімо ситуацію, де ви розробляєте проект, який дозволяє контролювати різні аспекти вашого дому за допомогою смартфона. Цей продукт може бути дуже привабливим для багатьох користувачів, особливо, якщо він доступний за привабливою ціною. Однак перед вами виникає завдання – як передати цей продукт користувачеві. Для цього, ви можете створити інструкцію щодо встановлення та налаштування. Проте, після цього, може виникати чимало запитів від користувачів, які виявляють проблеми, наприклад: «Ніщо не працює», «Ваш продукт не працює – що робити?», «Я помилився у виконанні кроків інструкції та тепер не можу продовжити» і так далі.

Тому дуже важливо для таких пристроїв робити такий інтерфейс керування, який буде зрозумілий інтуїтивно для будь-якого користувача. Тому на етапі його створення необхідно обов’язкове використання юзабіліті-тестування. Це метод оцінки інтерфейсу з боку зручності та ефективності його використання користувачами. Правильно обрана мета розробки, визначення цільової аудиторії та її переваг, складання оптимального плану тестування дозволить розробити найбільш зручний інтерфейс.

Терморегулятори з вбудованим Wi-Fi модулем представляють останній тренд у забезпеченні комфорту в домашніх умовах. Завдяки їхній підтримці, ми можемо зручно виконувати різні функції за допомогою смартфона або

комп'ютера. Ці «розумні» терморегулятори дозволяють контролювати температуру в оселі навіть з будь-якого кутка світу, де є доступ до Інтернету.

Розумні термостати, або термостати з Wi-Fi доступом, не лише виконують ті ж функції, що і звичайні програмовані терморегулятори, які регулюють температуру протягом дня за графіком, але також мають додаткові можливості завдяки підключенню до мережі Інтернет. Вони включають в себе датчики та можливість керування через Wi-Fi, що полегшує їхнє використання за допомогою програм. Деякі користувачі називають їх «розумними» термостатами.

Однак важливо зазначити, що ці терморегулятори становлять лише частину широкої системи домашньої автоматизації, яка може змінити ваше уявлення про управління житлом та електронікою в ньому.

Розумні термостати з Wi-Fi надають кілька переваг:

– віддалений доступ з будь-якого місця через смартфон, планшет або комп'ютер;

– можливість керування температурою за допомогою голосових асистентів, таких як Google Home;

– зниження витрат на комунальні послуги завдяки оптимізації енергоспоживання;

– попереднє нагрівання або охолодження приміщення перед вашим приходом;

– можливість контролю доступу до термостата та багато інших функцій.

Електронні пристрої в сучасному світі стали невід'ємною частиною нашого побуту і часто використовуються разом із багатьма електрообігрівачами. Зазвичай, ці електронні пристрої встановлюються для керування загальними системами опалювання та кондиціювання повітря, а також для регулювання теплих підлог. Також вони можуть бути складовою частиною системи розумного будинку.

Основні особливості включають в себе: зменшення витрат, автоматизацію, простоту встановлення та користування, можливість

оповіщення та нагадування, широкий діапазон регулювань, різноманітність дизайнерських рішень, економія електроенергії, висока точність, ефективність, безпека при експлуатації.

Основна вимога з точки зору користувачів – це простий, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс управління, щоб електронні пристрої були прості в управлінні і мали невисоку вартість.

Це і обумовлює актуальність теми кваліфікаційної роботи магістра – дослідження да вдосконалення інтерфейсу керування термостатом за допомогою Usability Testing.

Дослідження та розробка інтерфейсу керування термостатом здійснюється на замовлення Venstar, який є одним з найбільших постачальників термостатів у світі. Venstar є лідером у сфері систем управління енергією як для роздрібної торгівлі невеликими партіями, так і для великих споживачів в усьому світі.

1.2 Аналітичний огляд літератури по темі дослідження

В процесі виконання роботи для використання сучасних технологій та тенденцій для розробки інтерфейсів були вивчені та проаналізовані популярні джерела по цій сфері.

У книзі відомого дизайнера Голден Крішни, співробітника Google, під назвою «The Best Interface Is No Interface: The Simple Path to Brilliant Technology» [2], розкривається ключовий принцип в розробці передових технологій – спрощення всіх можливих деталей інтерфейсу. Сучасна ідея полягає в тому, щоб зробити інтерфейс невидимим, без обов'язкових візуальних компонентів. До цього часу багато елементів дизайну інтерфейсу базувалися на фізичних метафорах, де потрібно було переміщати курсор миші (або використовувати стилус, палець тощо), натискати кнопки, а потім відбувалася відповідна дія. Це було легким і зрозумілим інтуїтивно, так як воно наслідувало

взаємодію з реальними об'єктами в реальному світі – переміщали щось для досягнення певного результату.

Книга розглядає переваги, які пропонує цифровий світ – більш прямі шляхи між намірами і діями користувача. За її думкою, цифровий інтерфейс може бути настільки ефективним, що може обходитися зовсім без видимого інтерфейсу, або принаймні, без того, до якого ми звикли. Цей невидимий (прихований) інтерфейс також називають «нульовим», і він є актуальною та обговорюваною темою серед дизайнерів. У книзі ретельно розглядаються переваги та можливості невидимих інтерфейсів.

Автор Алана Купер в книзі «The Essentials of Interaction Design» [3]. розглядає ключову ідею, що в програмних продуктах, окрім функціональності, важлива якість взаємодії з користувачем. Нерідко нам доводиться використовувати незручні програми лише через відсутність гідних альтернатив. Проте щоденна робота в зручній програмі, яка інтуїтивно зрозуміла та самостійно пропонує наступні дії, видається приємнішою.

Дизайн інтерфейсу – це свідомий процес створення системи, який враховує бажання, потреби та мотивацію користувачів у контексті їхнього оточення. Він також враховує можливості, вимоги і обмеження бізнесу, технології та предметної області. Використовуючи ці знання, дизайн стає основою для розробки продуктів, форма, зміст і функціональність яких роблять їх корисними, зручними та бажаними, а також економічно життєздатними і технічно реалізованими.

Таким чином, головним етапом у розробці інтерфейсу мобільних додатків є дизайн, орієнтований на бажання споживачів, оскільки це головний сегмент, на який спрямований майбутній програмний продукт.

Книга «100 нових головних принципів дизайну» авторства Сьюзан Уейншенк [4] виділяється своєю особливістю – вона створена не технічним фахівцем у галузі інформаційних технологій, а доктором психологічних наук. Ця книга наголошує на важливості психологічного підходу в розробці

інтерфейсів мобільних додатків. Засновуючись на психологічних дослідженнях, вона пропонує цінні рекомендації для дизайну інтерфейсів.

Один із ключових принципів, висвітлених у книзі, – це принцип узгодженості інтерфейсу. Цей принцип дозволяє користувачам легше адаптуватися до нового інтерфейсу, використовуючи їхні попередні знання. Ця неперервність робить інтерфейс більш зрозумілим та передбачуваним. Узгодженість важлива для всіх аспектів інтерфейсу, включаючи назви команд, візуальне представлення інформації, і поведінку інтерактивних елементів.

Другий принцип – це дружність інтерфейсу. Зазвичай користувачі навчаються працювати з новим програмним продуктом через спроби і помилки. Ефективний інтерфейс має бути відкритим до цього підходу. Це передбачає надання користувачам можливості робити лише ті дії, які відповідають поточному контексту і попереджати їх щодо можливих помилок. Користувачам також повинно бути легко скасовувати чи виправляти свої дії.

Останній принцип висловлює ідею, що найкращий інтерфейс – це той, якого взагалі не помічаєш. Навіть при зростанні об'єму інформації, інтерфейс повинен залишатися простим і легким для користувача, дозволяючи йому зосередитися на важливих завданнях, а не на взаємодії з інтерфейсом. Справжній дизайн дозволяє користувачам прямо взаємодіяти з метою, замість того, щоб ускладнювати цей процес надмірними і непотрібними елементами інтерфейсу.

Також основні принципи розробки простого та інтуїтивного інтерфейсу розглянуто в роботах авторів [5, 6]. В роботі [5] показано спосіб створення мобільного додатку, що дозволяє управляти пристроями розумного будинку, сформульовані основні вимоги до цих пристроїв та інтерфейсів керування. Автор книги [6] надихає молодих талантів використати свою творчість як дизайнерів для будь-яких застосувань. Завдяки прикладам і зосередженості на підходах, орієнтованих на користувача, читачі дізнаються, як розкрити свій творчий потенціал, ефективно співпрацювати та створювати інноваційні та стійкі дизайнерські рішення.

Після вивчення наведених джерел з предметної області були виявлені основні переваги та недоліки різних методів розробки та тестування інтерфейсів, які будуть враховані під час розробки рекомендацій щодо створення та тестування інтерфейсу керування термостатом і виконання експериментальної частини роботи.

1.3 Постановка мети і задач дослідження

Метою даної роботи є дослідження принципів проєктування інтерфейсів для керування пристроями «розумного будинку» та розробка ефективного інтерфейсу для електронних термостатів за результатами юзабіліті-тестування.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

– провести аналіз літератури за тематикою дослідження;

– розглянути загальні вимоги і принципи побудови інтерфейсів;

– провести аналіз і вибрати програмні засоби розробки інтерфейсу керування електронними пристроями;

– розробити прототипи та дизайн інтерфейсу;

– здійснити попереднє тестування розроблених прототипів;

– провести оцінку ефективності варіантів розробленого інтерфейсу та обрати найкращий варіант;

– зробити юзабіліті-тестування для обраного варіанту;

– обґрунтувати економічну ефективність проведеної дослідної роботи.

2 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ

2.1 Основні вимоги до інтерфейсу

Інтерфейс – це спосіб взаємодії між системою та користувачем. Він представляє собою зв'язок між системою і зовнішнім середовищем [2, 3].

Графічний користувацький інтерфейс є конкретним видом інтерфейсу, призначеним для взаємодії з користувачем. У ньому елементи інтерфейсу, такі як меню, кнопки, значки та списки, представлені у вигляді графічних зображень. Відмінність від інтерфейсу командного рядка полягає в тому, що в графічному інтерфейсі користувач має прямий доступ до всіх візуальних об'єктів і може маніпулювати ними за допомогою різних пристроїв введення, таких як клавіатура, миша або джойстик.

Графічний інтерфейс полегшує взаємодію користувача з програмою, оскільки візуальні елементи інтерфейсу найчастіше відображають їхнє призначення і властивості, роблячи їх більш зрозумілими для користувачів, які не мають поглиблених знань про програму.

Переваги графічного інтерфейсу включають в себе його дружність для початківців, які тільки вчаться користуватися комп'ютером, і випадки, коли програми для обробки графіки вимагають саме такого інтерфейсу.

Недоліки графічного інтерфейсу полягають в тому, що він споживає більше пам'яті порівняно з текстовим інтерфейсом, менш придатний для віддаленої роботи, а також складніше автоматизується, якщо не передбачено спеціальних можливостей для автоматизації.

Для розробки ефективних інтерфейсів мобільних додатків необхідно проаналізувати їх структурні компоненти, включаючи такі елементи, як заставка і онбординг. Заставка – це стартовий екран, який користувач бачить при запуску додатка. Вона зазвичай включає назву, логотип і, можливо, слоган продукту. Заставка має бути лаконічною, і користувач не повинен проводити на

ній більше 4-8 секунд. Онбординг (англ. user onboarding) — це автоматизований процес знайомства клієнта з digital-продуктом. Користувач дізнається про основні цінності компанії, переваги функціоналу, послуги та пропозиції. Мета онбордингу утримати користувача, зацікавити та конвертувати в клієнта [7].

Структура і вміст екранів унікальні для кожного проекту і ретельно адаптуються під конкретні потреби. Проте, існують загальні тенденції в дизайні екранів онбордінга.

По-перше, навчальні екрани часто використовують ілюстрації, які ілюструють функції або переваги додатка в привабливій і легкій формі. Такі ілюстрації допомагають користувачам швидше зрозуміти, як працює додаток.

Крім того, дизайнери часто впроваджують талісмани-маскоти, які надають особистий характер додатку і встановлюють емоційний зв'язок з користувачем. Текстові блоки на навчальних екранах також грають важливу роль. Вони мають бути короткими, інформативними і легкочитаними, щоб ефективно сприймалися користувачами.

Головний екран є ключовою частиною будь-якого додатку, де користувачі проводять більшість свого часу. Цей екран проектується відповідно до типу додатка і його призначення. Проте, є деякі загальні елементи, які зазвичай притаманні головному екрану. Зазвичай це поле пошуку або кнопка для пошуку, які допомагають користувачам легко знаходити необхідну інформацію. Крім того, головний екран має включати елементи навігації для доступу до різних розділів додатка.

Для спрощення взаємодії з користувачем, дизайнери часто додають меню на головний екран, яке містить список доступних дій та напрямків, доступних за один клік. Меню може бути частиною головного екрану або окремим екраном, але важливо обмежити кількість опцій в меню, відображаючи лише найважливіші розділи. Якщо це не можливо, то можна використовувати підкатегорії для організації опцій.

Вхідний екран має бути мінімалістичним та зрозумілим, щоб користувачі не мали проблем з доступом до додатку. Зазвичай, на цьому екрані є поля для введення імені (логіну) та пароля, а також кнопка підтвердження. Для нових користувачів має бути можливість зареєструватися.

Профіль робить взаємодію з мобільним додатком більш особистою та дозволяє ефективно управляти даними. Крім того, особистий обліковий запис є важливою складовою будь-якої соціальної мережі, оскільки він дозволяє спільноті обмінюватися особистою інформацією. Головне завдання дизайнерів – зробити цю сторінку максимально простою для користувачів. Обсяг інформації на ній має бути обмеженим, оскільки велика кількість деталей може зробити її надто складною. Крім того, навігація на сторінці профілю повинна бути інтуїтивно зрозумілою, щоб користувачам не довелося витрачати багато часу на розібрання додатку. Важливо також, щоб дизайн сторінки профілю відповідав цільовій аудиторії додатка. Дослідження аудиторії є обов'язковим для дизайнера, якщо він прагне, щоб його додаток був популярним і зручним.

2.2 Інструментальні засоби розробки інтерфейсів електронних пристроїв та мобільних додатків

Вибір інструментів для розробки інтерфейсів додатків – один із найважливіших етапів роботи, оскільки саме цей вибір впливає на швидкість та якість роботи продукту.

У наш час існує велика кількість програмних засобів, які можна використовувати для створення wireframe'ів, прототипів та візуальної складової інтерфейсу мобільного додатку. Для вибору найбільш оптимальних програмних інструментів під час виконання кваліфікаційної роботи були взяті до уваги найпоширеніші інструменти, та виконано їх відбір за допомогою критеріїв оцінки.

2.2.1 Огляд та порівняльний аналіз сучасних інструментів прототипування та макетування

Wireframe інструменти роблять процес створення інтерфейсу мобільного додатка простіше, візуалізуючи продукт і звертаючи увагу всіх учасників безпосередньо на функціональність і інтерактивність макета [3].

При розробці інтерфейсу мобільного додатка важливо на начальних етапах роботи розуміти як буде працювати кінцевий продукт.

Є багато різних Wireframe інструментів, які пропонують різноманітний функціонал: деякі програми можуть використовуватися лише для простих wireframe, інші – для створення більш складних і деталізований прототипів.

Прототипи допомагають взаємодії команди розробки, а так само з спрощують демонстрацію майбутнього продукту. Завдяки інструментам прототипування є можливість протестувати розроблений інтерфейс мобільного додатка, без попереднього програмування, та виявити недоліки інтерфейсу, лише після утвердження прототипа можна передавати проект програмістам.

Є багато сервісів, які використовуються як інструменти для дизайну та прототипування веб-сайтів і мобільних додатків. Наприклад, Figma, Adobe XD, Sketch, InVision, Mockplus та інші. Розглянемо основні з них.

Figma. Це програмне забезпечення є хмарним, тому можна працювати над проєктами в режимі реального часу та спільно з колегами, незалежно від платформи (Windows, macOS, Linux).

Figma дозволяє створювати інтерактивні прототипи та зв'язувати елементи. Відмінно підходить для веб-дизайну і мобільних додатків. Має широкий функціонал для спільної роботи та коментування. Безкоштовний план доступу з обмеженнями на командну співпрацю.

Adobe Experience Design (Adobe XD) – це інструмент, призначений для прототипування та створення UI/UX дизайну з акцентом на швидкість створення повноцінних дизайн-макетів та легке заповнення графікою та текстом.

Для підвищення продуктивності роботи активно використовуються шаблони. Кнопки, меню та інші елементи інтерфейсу можуть бути швидко перенесені в палітру «Символи» і використовуватися за декілька секунд, без необхідності перемикання між макетами та перетягуванням елементів. Робота з палітрою вибору кольорів є надзвичайно зручною – зміна кольорів може бути виконана одночасно для всіх вже використаних елементів макету.

Для дизайнерів мобільних додатків цінною функцією є можливість створювати прототипи інтерфейсу, які можуть бути переведені в інтерактивний режим. При перегляді прототипу можна зберегти інтерактивні дії та переходи між різними екранами додатка у відеоформаті.

Adobe XD надає потужні інструменти для створення прототипів з анімацією. Велика кількість плагінів та ресурсів для розробників і дизайнерів.

Adobe XD доступний для різних операційних систем. Безкоштовний план для одного користувача, але для спільної роботи потрібний Adobe Creative Cloud.

InVision спеціалізується на прототипуванні і тестуванні інтерфейсів. Має дуже сильні інструменти для інтерактивних прототипів та тестування користувацького досвіду. Відмінно підходить для дизайнерів інтерфейсів. Зручний для спільної роботи і коментування проектів.

InVision працює з будь-якими платформами: Android або проект IOS. З InVision можна створювати клікабельні, інтерактивні прототипи і макети. InVision можна сміливо віднести до категорії сервісів для цілої команди, тому, що прототипами можна легко ділитися з членами команди розробників, та клієнтами.

Є можливість використовувати на будь-яких операціонних системах. Є можливість розробки одного прототипа на платформі безкоштовно, для постійних користувачів потрібно оплатити ліцензію.

Sketch – програма, яка з самого початку була створена для розробки веб та мобільних інтерфейсів. Процес саме прототипуванні в програмі простий: дизайнеру інтерфейса потрібно з’єднати обраний об’єкт з відповідним арт-

бордом і вибрати анімацію переходу. Значною перевагою програми є можливість коректування елементів інтерфейсу за допомогою стилів Sketch включає вбудовані сітки, що значно полегшує роботу з елементами дизайну, забезпечуючи швидкість та спрощення процесу. Разом із великою кількістю шаблонів та пресетів для монтажних областей, розробка візуального дизайну інтерфейсу стає більш простою та швидкою.

Sketch, на відміну від деяких інших дизайнерських програм, не навантажує користувачів великою кількістю інструментів. Замість цього, користувачі мають можливість розширити функціональність за допомогою плагінів.

Основна особливість Sketch – акцент на векторному дизайні. Програма повністю орієнтована на роботу з векторною графікою та враховує останні тенденції у веб-дизайні. Вона легко справляється з адаптивним дизайном і високо роздільною здатністю екранів, такими, як дисплеї Retina від Apple.

Sketch спрощує створення макетів для різних розмірів екрану та пропонує інструменти для легкої зміни розмірів елементів. Плагіни, такі як Mirror Plugin, дають можливість побачити, як об'єкти виглядають на екранах iPhone або iPad. Крім того, програма включає логіку CSS, що дозволяє створювати дизайни, що легко можна конвертувати в елементи CSS, спрощуючи процес розробки.

За допомогою плагінів можна підвищити рівень дизайну, перетворюючи групи елементів в символи, які можна легко редагувати та використовувати для аналогічних типів елементів на сайті. Керування оформленням та кольоровою гамою в рамках проекту стає простішим завдяки можливості створення текстових стилів та колірних палітур. Sketch надає можливість легко керувати усіма елементами проекту в одному місці та миттєво застосовувати зміни до всіх аналогічних об'єктів у проекті.

Створені прототипи можна протестувати всередині програми на комп’ютері і на мобільних пристроях (включаючи iPhone і iPad) за допомогою функції Mirror. Ними також можна поділитися з колегами і клієнтами в Sketch Cloud. Інші учасники можуть не тільки переглянути проект, але і

прокоментувати його. Крім того, можна вказати, з якого екрану відкриється перегляд. Є можливість використовувати тільки на операційній системі Mac OS. Інтеграція з багатьма іншими інструментами, але має обмежені можливості спільної роботи.

Mockplus – це інструмент для дизайну та прототипування інтерфейсів, який допомагає дизайнерам і розробникам створювати інтерактивні прототипи веб-сайтів і мобільних додатків.

Mockplus має простий та інтуїтивний візуальний редактор, що дозволяє легко створювати макети та прототипи шляхом перетягування та розміщення різних елементів інтерфейсу. Також ця платформа має широкий вибір готових елементів інтерфейсу, таких як кнопки, поля введення, меню, які можна легко використовувати в проектах, що прискорює процес створення.

Можна створювати інтерактивні прототипи, додаючи переходи між сторінками та елементами, анімацію і інші взаємодії.

Mockplus підтримує спільну роботу команд над проектами. Ви можете легко обмінюватися проектами, коментувати їх та працювати одночасно над одним проектом. Має можливість експорту проектів у різні формати, такі як HTML, PDF, зображення тощо. Також є інтеграція з іншими популярними інструментами для дизайну. Доступний для Windows та macOS, що робить його доступним для багатьох користувачів.

Ще однією перевагою є безкоштовна версія з обмеженими можливостями та різні платні плани для команд та більш складних проектів.

Загалом, Mockplus є потужним та доступним інструментом для дизайну та прототипування інтерфейсів, який відповідає потребам різних користувачів, від початківців до професіоналів.

Balsamiq відноситься до найпростіших інструментів. Може інтегруватися з Google Docs, щоб імпортувати прототипи проекту в хмару. Доступний як додаток для Mac OS або Windows, а також в якості веб. Є можливість використовувати на будь-яких операційних системах. Ціна програмного продукту залежить від кількості проектів, які ведуться на даній платформі.

UXPin – це онлайн-платформа для дизайну та прототипування інтерфейсів, призначена для дизайнерів та розробників, які працюють над веб-сайтами і мобільними додатками. За допомогою UX Pin можна створювати реалістичні моделі і імпортувати шари з таких програм, як Sketch та Photoshop. Є можливість використовувати на будь-яких операційних системах.

UXPin має візуальний редактор, що дозволяє створювати макети та прототипи інтерфейсів за допомогою перетягування та розміщення елементів. Тому можна легко створювати інтерактивні прототипи з переходами між сторінками та взаємодіями між елементами інтерфейсу, підтримується також створення анімацій та переходів для розроблених прототипів.

Платформа має широкий вибір готових елементів інтерфейсу, що спрощує процес створення. UXPin підтримує спільну роботу команд над проектами.

UXPin дозволяє тестувати прототипи на користувачах та збирати їхній зворотний зв'язок. Є інтеграція з іншими дизайнерськими та розробницькими інструментами, що спрощує процес роботи. Також UXPin дозволяє розробникам генерувати CSS-код для створених елементів інтерфейсу та створювати повторно використовувані компоненти та бібліотеки для прискорення робочого процесу.

Є безкоштовна версія з обмеженими можливостями та різні платні плани для команд і більш складних проектів.

UXPin відомий своєю потужною функціональністю та зручністю в роботі з інтерактивними прототипами, що робить його популярним вибором серед дизайнерів та розробників для створення продуктів з високоякісним UX/UI.

Правильний вибір сервісу залежить від конкретних потреб вашого проекту та ваших особистих вподобань. Якщо вам потрібні інтерактивні прототипи і спільна робота в реальному часі, Figma і Adobe XD можуть бути найкращими виборами. Якщо ви працюєте з macOS і більше спрямовані на дизайн, то Sketch може бути корисним. InVision підходить для дизайнерів інтерфейсів, які хочуть акцентувати увагу на тестуванні користувацького досвіду.

Після аналізу літератури та на підставі практичного досвіду для вибору найбільш оптимальної програми розробки прототипів обрано 10 критеріїв оцінки програмних засобів прототипування:

– ціна;
– кросплатформеність;
– зручність інтерфейсу;
– швидкість роботи;
– набір функцій;
– можливість роботи команди;
– можливість коментування;
– анімація переходів;
– доступ до прототипа;
– підтримка форматів.

Для створення wireframe та прототипа можна використовувати одне програмне забезпечення, тому в кваліфікаційні роботі аналізується 7 можливих інструментів макетування та прототипування. На основі критеріїв (табл. 2.1) проведено попарне порівняння, проведено нормалізацію і перевірку узгодженості думок експертів. В опитування приймали участь 5 експертів (проєктувальник інтерфейсу, UI/UX-дизайнер, тестувальник, керівник проєкту, проджект-менеджер). Розрахунки представлені на рисунку 2.1.

Таблиця 2.1 – Критерії оцінки засобів прототипування

№	Критерій	Вага, %	Коефіцієнт
1	Ціна	18	0,18
2	Кросплатформеність	15	0,15
3	Доступ до прототипу	15	0,15
4	Швидкість роботи	13	0,13
5	Зручність інтерфейсу	11	0,11
6	Набір функцій	8	0,08
7	Підтримка різних форматів	8	0,08
8	Можливість роботи команди	5	0,05
9	Можливість коментування	4	0,04
10	Анімація переходів	3	0,03
		100	1

	Ранги альтернатив							Вагові
Критерії	Figma	Adobe XD	InVision	Sketch	Mockplus	Balsamiq	UXPin	коеф.
ціна	10	5	10	9	1	3	6	0,18
кросплатформеність	10	7	10	3	9	10	10	0,15
зручність інтерфейсу	10	9	8	4	5	6	8	0,11
швидкість роботи	8	7	8	6	7	6	6	0,13
набір функцій	5	6	7	10	6	7	5	0,08
анімація переходів	10	8	10	9	10	5	7	0,03
можливість коментування	5	5	10	2	2	2	1	0,04
можливість роботи команди	8	10	8	2	3	2	1	0,05
доступ до прототипа	10	5	10	9	6	6	6	0,15
підтримка форматів	8	9	8	6	7	7	7	0,08
Сума	**84**	**71**	**89**	**60**	**56**	**54**	**57**	
Нормована сума	**8,88**	**6,74**	**9,02**	**6,37**	**5,46**	**5,83**	**6,4**	

Рисунок 2.1 – Ранги альтернатив

Проаналізував всі програмні продукти за допомогою критеріїв оцінки прийнято рішення обрати програму InVision для розробки wireframe та прототипу інтерфейсу мобільного додатка, як найбільш оптимальну для роботи.

2.2.2 Огляд та порівняльний аналіз сучасних інструментів для розробки UI-дизайну інтерфейсу

Важливим етапом розробки інтерфейсу мобільного додатка є розробка UI-дизайну (візуальний дизайн, кольорова гама, графічні елементи, шрифти тощо). Грамотна робота над графічним втіленням функцій інтерфейсу дозволяє зробити його простим і зрозумілим в роботі. В процесі дослідження розглянуто 5 популярних програмних продуктів для розробки візуального дизайну інтерфейсу.

Adobe Photoshop – це програмне забезпечення, спочатку призначене для редагування растрової графіки, але з часом воно отримало широке застосування у розробці інтерфейсів. У більш нових версіях редактора Adobe Photoshop CC з'явився спеціальний режим, спрямований на розробку інтерфейсів для мобільних додатків та веб-сайтів.

Режим роботи, відомий як Design Space, змінює робочий простір Adobe Photoshop. В Design Space користувачі можуть вибирати серед попередньо налаштованих шаблонів макетів, таких як iPhone, iPad Retina або веб. Все зайве

і непотрібне прибрано, зокрема інструменти, налаштування та меню. Розробники інтерфейсів мають доступ до інструментів, таких як перо, прості геометричні об'єкти, текст, а також можуть налаштовувати властивості різних елементів, такі як вирівнювання, шрифт, колір, заокруглення і відступи, а також працювати з різними шарами.

Мінуси програми включають обмежений функціонал для векторної графіки та великі розміри вихідних файлів. Однак Adobe Photoshop має безкоштовні додатки, які значно полегшують створення різних ефектів і можуть заощадити час.

Перевагою Adobe Photoshop є його інтеграція з іншими продуктами Adobe, що спрощує роботу з файлами в різних програмах цієї компанії. Крім того, Adobe Photoshop підтримується на різних операційних системах, що дозволяє користуватися ним на різних платформах.

Adobe Illustrator – це векторний редактор, спочатку призначений для створення графіки для друкованих видань. Однак з часом він був оновлений та отримав зручні функції для розробки інтерфейсів мобільних додатків.

У Adobe Illustrator є можливість працювати з артбордами, що дозволяє створювати інтерфейс мобільного додатку в одному документі. Будучи векторним редактором, вихідні файли мають невеликий обсяг, що значно прискорює процес розробки. Програма також підтримує прив'язку об'єктів до піксельної сітки, що гарантує відсутність розмитості на гранях об'єктів через полупіксельне розташування. Це дозволяє легко масштабувати макети інтерфейсу мобільного додатка без втрати якості.

Програма дозволяє створювати символи для елементів інтерфейсу, які повторюються в макеті. Якщо потрібно змінити базовий елемент, який вже використовується в макеті, достатньо змінити один символ, і всі інші елементи автоматично оновляться. Adobe Illustrator підтримується на різних операційних системах, що робить його доступним для користувачів з різних платформ.

Adobe After Effects – це програмне забезпечення для комп'ютерного обробки відео та створення анімації. Воно широко використовується

професійними відеоредакторами, аніматорами і спеціалістами в області візуальних ефектів для створення різних видів мультимедійного контенту, таких як рекламні ролики, анімаційні фільми, відеоігри та інше.

After Effects надає безліч інструментів для створення рухомих графічних об'єктів. Можна створювати ключові кадри, застосовувати маскування, робити використання шляхів, використовувати готові анімаційні шаблони та багато інших ефектів для створення складних анімацій.

В програмі доступна широка бібліотека спеціальних візуальних ефектів. After Effects також має інструменти для анімації тексту. Можна створювати заголовки та анімований текст.

After Effects інтегрується з іншими продуктами Adobe, такими як Adobe Premiere Pro для безперервного редагування відео та Adobe Illustrator та Photoshop для імпорту графічних об'єктів.

Програма також дозволяє працювати з різними форматами відео та аудіо, що робить її універсальним інструментом для редагування мультимедійного контенту. After Effects має можливості роботи з тривимірною графікою, включаючи створення 3D-тексту та об'єктів.

Adobe After Effects – потужний інструмент для створення анімації і спеціальних візуальних ефектів відеоматеріалів, і він використовується в різних галузях, включаючи кінематографію, телебачення та веб-дизайн [7].

Ще одна програма – Visual Studio. Це інтегроване середовище розробки (IDE), розроблене компанією Microsoft для створення різноманітних програмних продуктів, включаючи десктопні додатки, веб-сайти, мобільні додатки, хмарні служби і багато інших програмних рішень. Visual Studio надає розробникам інструменти та середовище для зручної і продуктивної роботи над проектами на різних платформах.

Visual Studio підтримує широкий спектр мов програмування, включаючи C#, C++, Visual Basic, Python, JavaScript і багато інших. Це дозволяє розробникам вибирати мову, яка найкраще відповідає їхнім потребам.

IDE надає інтелектуальні інструменти для редагування коду, автодоповнення, перевірки наявності помилок та відлагодження. Розробники можуть створювати, редагувати та відлагоджувати код в зручному середовищі.

Visual Studio має інструменти для створення графічних інтерфейсів користувача для десктопних та мобільних додатків. Це включає редактори форм, дизайнери XAML, інструменти для створення веб-сторінок і багато інших.

IDE має засоби для підключення до різних систем управління базами даних і взаємодії з ними. Розробники можуть створювати запити, моделювати дані та аналізувати їх. Також Visual Studio має підтримку хмарних служб, дозволяє розробникам інтегрувати свої проекти з різними хмарними службами, що спрощує розгортання та масштабування додатків.

Visual Studio надає засоби для розробки програмного забезпечення на різних платформах, від Windows і Android до хмарних рішень. Це робить його популярним інструментом серед професійних розробників усього світу.

Для вибору найбільш оптимальної програми розробки візуального дизайну інтерфейсу обрано 10 критеріїв оцінки програмних засобів, які було розглянуто при виконанні науково-дослідницької роботи:

– ціна;
– кросплатформеність;
– зручність інтерфейсу;
– швидкість роботи;
– набір функцій;
– можливість роботи команди;
– взаємодія з інструментами прототипування;
– зручність експорту;
– зручність роботи з графікою та відео;
– підтримка різних форматів.

На основі критеріїв (табл.2.2) проведено попарне порівняння, результати порівнянь переведено в числову форму та зроблена їх нормалізація. Розрахунки представлені на рисунку 2.2.

Таблиця 2.2 – Критерії оцінки програмних засобів для розробки дизайну

№	Критерій	Вага, %	Коефіцієнт
1	Ціна	20	0,2
2	Кросплатформеність	9	0,09
3	Зручність інтерфейсу	15	0,15
4	Швидкість роботи	13	0,13
5	Набір функцій	8	0,08
6	Можливість роботи команди	3	0,03
7	Взаємодія з інструментами прототипування	4	0,04
8	Зручність експорту	5	0,05
9	Зручність роботи з графікою та відео	15	0,15
10	Підтримка різних форматів	8	0,08
		100	1

	Ранги альтернатив					Вагові
Критерії	Adobe Photoshop	Adobe Illustrator	Adobe After Effects	Sketch	Visual Studio	коеф.
ціна	4	4	4	10	10	0,2
кросплатформеність	10	10	8	1	10	0,09
зручність інтерфейсу	8	7	7	9	9	0,15
швидкість роботи	5	5	5	9	9	0,13
набір функцій	8	7	9	8	8	0,08
можливість роботи команди	1	1	1	9	8	0,03
взаємодія з інструментами прототипування	5	1	1	10	6	0,04
зручність експорту	5	5	3	10	5	0,05
зручність роботи з графікою та відео	5	7	10	10	5	0,15
підтримка різних форматів	8	6	8	6	5	0,08
Сума	**59**	**53**	**56**	**82**	**75**	
Нормована сума	**6,06**	**5,81**	**6,3**	**8,4**	**7,94**	

Рисунок 2.2 – Ранги альтернатив

Проаналізувавши всі програмні продукти за допомогою критеріїв оцінки прийнято рішення обрати програму Sketch для розробки візуального дизайну інтерфейсу як найбільш оптимальну для роботи. Також завдяки вибору Sketch можна розробити wireframe для мобільного додатка, з використанням онлайн-сервісу InVision. Також можна додати Adobe After Effects для створення анімаційних ефектів.

2.3 Рекомендації щодо розробки інтерфейсів

Розробка інтерфейсу керування термостатом вимагає уважного планування, прототипування та тестування для створення зручного та ефективного продукту.

Основні рекомендації щодо цього процесу:

– на першому етапі необхідно обов’язково зробити аналіз цільової аудиторії, розуміння їхніх потреб і преференцій – це ключ до ефективного інтерфейсу;

– для прототипування рекомендується використовувати спеціалізовані інструменти для створення прототипів, які обрано за сформульованими критеріями оцінки програмних засобів – програму InVision для розробки wireframe та прототипу інтерфейсу мобільного додатка;

– для побудови візуального дизайну інтерфейсу мобільного додатка рекомендується обрати програму Sketch, яку було обрано в науково-дослідницькій роботі за допомогою критеріїв оцінки. Програмний продукт Sketch має фокус на векторних зображеннях, завдяки чому розроблений інтерфейс мобільного додатка можна з легкістю масштабувати під безліч різних розмірів екранів мобільних додатків, яких з кожним рокам стає дедалі більше. А також додати Adobe After Effects для створення анімаційних ефектів;

– для розробки прототипу інтерфейсу мобільного додатка рекомендується обрати програмний продукт InVision, який було обрано за допомогою критеріїв оцінки. З InVision можна створювати клікабельні, інтерактивні прототипи і макети, при використанні InVision спільно з програмою Sketch є можливість суттєво скоротити час розробки прототипа за допомогою плагіну Craft, який будь-який розробник може скачати з офіційного сайту InVision безкоштовно.

– інтерфейс повинен бути простим та легким у використанні. Це принцип простоти та інтуїтивності. Для цього необхідно використовувати зрозумілі піктограми та текст, які спрощують навігацію;

– треба реалізувати принцип мінімізації взаємодії. Для цього необхідно зменшити кількість необхідних дій для досягнення цілей користувачів. Що дозволить їм налаштовувати температуру легко та швидко;

– якщо інтерфейс призначений для мобільних пристроїв, він розробляється з урахуванням мобільних принципів дизайну;

– необхідно проведення групового тестування прототипів з реальними користувачами. Спостереження за їхньою реакцією та зворотніми відгуками допоможе виявити проблеми;

– за результатами тестування вносяться необхідні зміни в дизайн. Тому необхідно проводити кілька ітерацій, поки інтерфейс не стане оптимальним.

– також розглядається можливість внесення оновлень до інтерфейсу після випуску продукту з урахуванням потреб користувачів.

За допомогою цих рекомендацій та сучасних методів прототипування та тестування розроблено 2 варіанти інтерфейсу керування термостатом. Після всіх етапів тестування буде обрано найбільш ефективний інтерфейс, який задовольняє потреби користувачів та забезпечує зручне та ефективне управління температурою в приміщенні.

3 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Експертні методи

Методи експертних оцінок включають організацію взаємодії з фахівцями-експертами та обробку їхніх думок у кількісній або якісній формі. Застосування експертних методів допомагає стандартизувати процеси збору, узагальнення та аналізу думок фахівців для подальшого їх перетворення у форму, найбільш придатну для прийняття та обґрунтування рішень [8]. Експертні оцінки можуть бути індивідуальними чи груповими, залежно від того, чи базуються прогнози на висновках одного експерта чи групи експертів.

Експертні методи включають наступні загальні процедури:

– визначення необхідних та достатніх умов для оцінки експерта;

– оцінка характеристик експерта;

– організація форм проведення експерименту;

– вибір методів стимулювання експертів;

– вибір методів обробки отриманої експертної інформації;

– верифікація результатів та достовірності експертизи.

Експертний підхід дозволяє вирішувати завдання, які не піддаються звичайному аналітичному методу. Наприклад, прогнозування розвитку різних процесів, вибір оптимального варіанту серед наявних або пошук рішень для складних завдань.

В кваліфікаційній роботі експертні методи пропонується використовувати для вибору критеріїв оцінки програмного забезпечення, яке використовується в роботі, а також для визначення коефіцієнтів вагомості цих критеріїв.

Також експертна група робить попереднє оцінювання розроблених прототипів з використанням евристик юзабіліті Якоба Нільсена [9, 10].

3.2 Юзабіліті-тестування

Юзабіліті-тестування – це метод оцінки інтерфейсу з боку зручності та ефективності його використання. Щоб отримати її, потрібно залучити представників цільової аудиторії програмного продукту [11].

Найчастіше юзабіліті-тестування проводиться у два етапи: проходження користувачем N-ї кількості завдань (кількісні або якісні тести), а також бесіда, заповнення опитувальників або глибинні інтерв'ю з користувачем (якісне дослідження).

Як правило, його варто проводити, коли вже сформовано інтерфейс у вигляді паперового чи цифрового прототипу або готовий програмний продукт, і необхідно зрозуміти, які проблеми виникають у роботі та наскільки продукт відповідає очікуванням користувачів.

Процес тестування займає середньому від місяця до трьох. Це залежить від безлічі факторів: наявності різних типів продукту, складності сценаріїв та наявності їх альтернатив, кількості ролей користувача.

У проведенні юзабіліті-тестування виділяють такі етапи [12]:

– визначення мети;
– створення плану тестування;
– визначення кількості дослідників;
– визначення цільової аудиторії;
– отримання згоди користувача;
– організація доступу;
– проведення спостереження;
– аналіз.

Проаналізуємо ці етапи біль детально.

Етап 1 – визначення цілі.

У кожному дослідженні має бути мета. Необхідно точно розуміти, яку інформацію бажано отримати. Тому на цьому етапі важливо відповісти на такі питання:

– «Що для вас у дослідженні буде важливим? Які ролі користувачів чи їх конкретні завдання намагаєтеся протестувати?»;

– «Що сподіваєтесь зафіксувати у нотатках? Наприклад, хочете використовувати відеозйомку, а в протоколах помічати цікаві моменти з прив'язкою до відео для швидкого пошуку та обробки зворотного зв'язку»;

– «Чи плануєте вивчити робочий простір користувачів? Існують випадки, коли він впливає на організацію інтерфейсу»;

– «Чи є потреба у фото- або відеозйомці в процесі спостереження за користувачем? Можливо, якісь сценарії легше записати на відео»;

– «Які метрики будуть використані у тестуванні? Кількісні та/або якісні? Це залежить від того, що у дослідженні перевіряється».

Тестувальник зазвичай зацікавлений у швидкості проходження сценаріїв, кількості помилок користувача, виконаних сценаріїв і ступеня задоволеності користувача.

Етап 2 – створення плану тестування.

Для формування плану тестування потрібно насамперед визначити:

– який продукт чи продукти плануєте вивчити;

– що буде предметом тестування? Наприклад, та веб-платформа або адаптивний прототип;

– які типи пристроїв буде використано? Наприклад, персональний комп'ютер, планшет та мобільний телефон;

– які ролі та функції користувачів будуть протестовані.

Якщо є кілька продуктів, такі як мобільний web-і desktop-додаток, і необхідно протестувати кожен з них, то краще робити це у різний час. Так отримуються більш точні відгуки, можна уникнути змішаних почуттів від тестування всіх продуктів відразу.

Для спостереження готується документ для кожного користувача — дорожня карт, яка розповідає, що і як робити і на які питання відповідати. Документ називається User Testing Script та складається з таких елементів:

– вступ;

– занурення користувача в контекст розв'язуваних завдань;

– опис завдань та перелік кроків з можливістю занесення коментарів по кожному з них;

– список питань до кожного завдання;

– завершальний раунд питань.

Рекомендується не намагатись виявити всі проблеми юзабіліті у великому продукті одразу. Набагато ефективніше роздробити декілька сценаріїв для невеликих досліджень з ролям та певною метою у кожному з них. Тобто під час формування завдань зробити їх декомпозицію – замінити вирішення одного завдання на серію дрібних простих і пов'язаних між собою підзадач з конкретною метою в кожній.

Сценарії завдань мають бути конкретними та відображати реальні потреби цільової аудиторії.

Не слід забувати, що завдання для якісних та кількісних методів різні. У якісних дослідженнях ми зрозуміємо перевагу користувача user-flow, а в кількісних – роз'яснимо, чи всі кроки конкретного user-flow зрозумілі користувачеві. Якісні та кількісні дослідження мають доповнювати одне одного, а не протиставлятися.

Етап 3 – визначення кількості дослідників.

Для якісного проведення спостереження необхідно мати такі ролі:

– інтерв'юер – проводить юзабіліті-тестування, використовуючи User Testing Script. Часто така роль дістається самому проектувальнику інтерфейсу;

– спостерігач – уточнює деталі та заглиблюється в них у міру протікання тестування. У цій ролі можуть виступити продакт-оунер, експерти предметної галузі чи проектувальники інтерфейсу;

– модератор – повинен дотримуватися таймінгу та стежити за тим, щоб усі сценарії були відтворені користувачем. З цим добре справляються проджект-і продакт-менеджери, скрам-майстри. Ще запрошують на цю роль проектувальника інтерфейсів.

Якщо тестування проводить одна людина, краще проводити не більше трьох тестувань на день з максимальною тривалістю сеансу 1,5 години. Якщо ж тестування виходить за межі вказаного часу, необхідно його розбивати на дві частини. Оптимальна кількість дослідників 3 людини, що і було використано в цій роботі.

Етап 4 – визначення цільової аудиторії.

Визначити цільову аудиторію за звичайними принципами сегментування зазвичай недостатньо. Важливо розібратися у ролях та їх функціях.

Визначитись із цільовою аудиторією допоможуть попередні опитувальники. Їх створюють як у безкоштовних сервісах, наприклад Google Forms, так і платних – SurveyMonkey, Typeform та інших.

Якщо цілі користувачів збігаються з метою дослідження – це необхідна цільова аудиторія. Для проведеного дослідження було важливо, щоб люди були ознайомлені з особливостями пристроїв «розумного будинку» і цікавились цією темою. Також з урахуванням складності завдань, користувачі були розділені на дві групи – експерти та новачки. Для цих груп були підготовлені відповідні карти з завданнями та питання.

Зіставивши план тестування та попередній опитувальник, можна правильно вибрати потенційних кандидатів на дослідження.

Правила створення таких опитувальників наступні:

– точне формулювання питання. Зазвичай, люди розуміють одні й самі фрази по-різному. Використовуючи недостатньо точні формулювання, не можна бути впевненим, що користувач правильно зрозумів питання;

– не питайте у респондентів те, що відомо, або не впливає на результат опитування (наприклад, його ім'я, вік чи посада);

– використовуйте закриті питання скрізь, де є можливість. Користувачам набагато простіше вибрати варіант відповіді, ніж писати свою;

– переконайтеся, що ви включили всі відповідні варіанти відповідей для закритих питань, у тому числі «Інше» або «Свій варіант» на випадок, якщо жоден із запропонованих користувачеві не підходить;

– завжди необхідна нумерація питань;

– показуйте сумарну кількість питань та прогрес-бар, заздалегідь орієнтуючи людину, де вона знаходиться і скільки відповідей їй потрібно дати.

Можна використовувати дихотомічні питання («так/ні» відповіді), щоб визначити, на яке наступне питання відповідатиме респондент. Це легко робиться за допомогою Google Forms. Також можна задавати питання з градацією для вимірювання міри судження. Здебільшого застосовують шкалу Лікерта чи ковзну шкалу (рис. 3.1).

Рисунок 3.1 – Шкала Лікерта та ковзна шкала

Вибірка користувачів залежить від багатьох факторів:

– ймовірність появи помилки у певного відсотка респондентів;

– однорідності у вибірці користувача кожної ролі;

– наявність альтернативних шляхів проходження сценаріїв;

– ступеня складності виконання сценаріїв.

Для проведеного дослідження встановлена вибірка користувачів у 50 осіб, їх розділили на різні групи (експерт, новачок). Від цього залежала складність завдань. Це дало можливість відстежити реакцію нових та досвідчених користувачів.

Етап 5 – отримання згоди користувача.

Перед початком тесту необхідно одержати дозвіл на участь користувача в конкретному дослідженні. Важливо прописати абсолютно всі умови, за якими воно проводитиметься. Це дозвіл використання всіх даних, які будуть отримані в процесі дослідження.

Бажано робити під час спостереження відео- та аудіозаписи. Це дозволяє максимально точно зафіксувати всі відповіді та реакцію користувача на виконання завдань. Про це також необхідно повідомляти респондентів. Для проведення тестування термостатів та виявлення помилок інтерфейсу також було вирішено здійснювати відеозапис для більше детального аналізу.

Етап 6 – організація доступу.

Необхідно організувати доступ до потрібного програмного забезпечення і встановити обладнання для запису сеансу. Спостереження має відбуватися у природному середовищі для користувача. Аналіз робочого простору важливий, а конкретних випадках вкрай необхідний.

Бувають випадки, коли немає можливості провести спостереження в природному середовищі, наприклад, через складне отримання доступу в периметр або його відсутність зовсім. Тоді необхідно переконатись, що конфігурація обладнання, налаштування ПЗ, а також ситуація максимально схожа на робочий простір людини.

Етап 7 – проведення спостереження.

Важливий момент під час процесу тестування – спостереження за користувачем. Існує безліч причин, для чого це може знадобитися, але виділимо дві основні:

– деякі кроки складно описати, іноді простіше взяти та продемонструвати вміння;

– деякі описи можуть конфліктувати з реальною поведінкою. Як показують дослідження, користувачі дуже часто не пам'ятають або не знають деталей своїх дій, які можуть бути важливими для дослідників.

Спостереження за людиною дозволяє виявити її реальну поведінку та отримати максимальне розуміння ситуації, в якій вона виявляється.

Перед початком спостереження важливо пояснити користувачеві, яка мета дослідження, як воно проходитиме та яка його роль. Важливо пояснити, що в процесі тестування ми не перевірятимемо його здібності, а лише протестуємо прототип системи, щоб зрозуміти, що варто покращити.

Під час опитування бажано не використовувати професійні терміни у розмові, оскільки користувач може їх не зрозуміти. Необхідно слухати, що він каже, і вживайте зрозумілі слова та пояснення.

Також необхідно уникати навідних питань. Вони містять підказки, і це може несвідомо впливати на результати.

Формулювати питання необхідно так, щоб користувачі перевіряли гіпотезу, а не підтверджували її.

Нотатки завжди робляться за допомогою попередньо підготовленої структури. В User Testing Script можна зробити колонку для запису коментарів користувача до кожного кроку сценарію. Під час виконання завдань можна робити невеликі нотатки у вигляді «минув/не пройшов сценарій», «виникали/не виникали складнощі». Ці нотатки можна прив'язати до відповідних моментів відео, і потім легко повернутися до них пізніше під час аналізу.

Етап 8 – аналіз.

Під час аналізу звертається увага на ситуації, коли користувач:

– розуміє завдання, але не може виконати його у визначений термін;

– розуміє мету завдання, але змушений перепробувати кілька варіантів для її досягнення;

– не досягає мети завдання та достроково припиняє виконання сценарію;

– виконує завдання, але не те, яке було поставлено;

– виражає здивування чи задоволення;

– виражає розчарування та збентеження;

– каже, що йому щось незрозуміло чи неправильно реалізовано;

– пропонує змінити інтерфейс.

Не можна нехтувати одиночними випадками, коли учасник не пройшов сценарій. При аналізі цього досвіду можливо знайти помилку, яка зустрічається у малого відсотка користувачів.

Спочатку проводиться аналіз усіх позначок, що здійснювалися у протоколах. Якщо проводилися відео- та аудіозаписи, варто зробити їх транскрибацію. Це дозволить надалі швидко знаходити потрібні цитати людей,

визначати хмари слів для складання діаграми спорідненості — визначення кількості тих, у кого виникли ті самі проблеми.

Використовуючи метод RBT та діаграму спорідненості, можна виявити схожі проблеми, сильні сторони інтерфейсу та загальні пропозиції користувачів.

Метод RBT складається з наступних показників:

Rose – те, що працює добре або щось позитивне – зелена картку.

Bud – область можливостей або ідей, які ще потрібно вивчити – синя картка.

Thorn – щось не працює або щось негативне – червона картка (рис. 3.2).

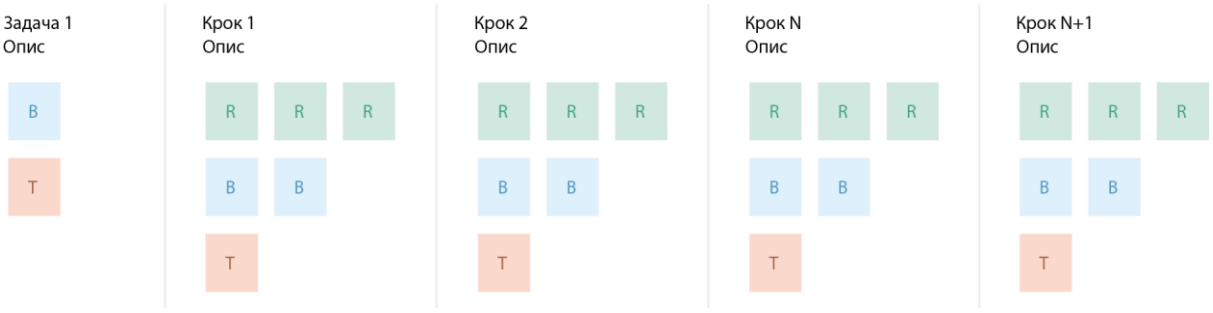

Рисунок 3.2 – Метод RBT

Упорядкування діаграми спорідненості – процес групування за значними ознаками спостережень і висновків дослідження, на які проєктувальники інтерфейсів спираються під час розробки продукту.

Послідовність така. Аналізується перше завдання одного користувача та фіксується конкретні зауваження та цитати на стікерах. На кожному стікері написано імена учасників. Вони розміщуються на стіні чи дошці. Далі, наступний користувач вносить свої дані. Після кількох тестів з'являються загальні питання та проблеми.

Потім вміст записок об'єднують у групи за спорідненою ознакою, а потім із груп формують теми (рис. 3.3). Безліч червоних стікерів в одній категорії вказуватиме на те, що у кількох людей виникли ті самі проблеми.

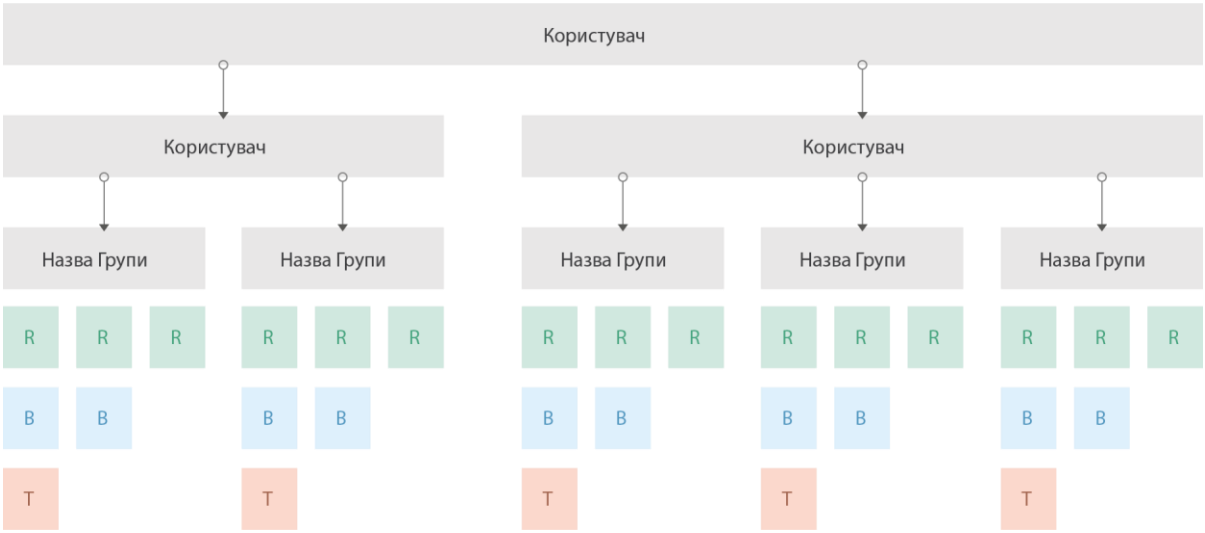

Рисунок 3.3 – Упорядкування діаграми спорідненості

Також необхідно задати рейтинг знайденим проблемам (Thorn) за шкалою:

– критична помилка. Наприклад, не працює якась кнопка, якщо це не виправити, користувачі не зможуть завершити сценарій, або не відображається результат тощо;

– серйозна помилка. Користувачі будуть засмучені, якщо ми не виправимо помилку. Також є ймовірність, що вони не пройдуть весь сценарій;

– мінорна помилка. Користувачі будуть роздратовані, але це не завадить завершити сценарій. Наприклад, деяке очікування відображення результатів. Це продовжить дратувати, але людина, швидше за все, залишиться і продовжить роботу із застосунком.

Цей рейтинг допоможе визначитися з пріоритетами у роботі над пошуком та валідацією рішень знайдених проблем.

З чіткою метою дослідження, правильними завданнями, ретельно сформульованими питаннями під час юзабіліті-тестування можна в повній мірі зібрати цікаві поради та критику на адресу продукту зробити його кращим та більш ефективним.

Аналіз та виявлення помилок – це завжди суб'єктивний процес, тому його ефективність напряму залежить від команди дослідників та їх експертності.

4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Планування експерименту

Для проведення дослідження була обрана група експертів, які працюють у сфері проєктування та тестування застосунків, UI/UX-дизайну та розуміють специфіку застосування сучасних тенденцій дизайну та маркетингу для просування ідеї та обладнання «Розумний будинок».

До експертної групи входить 5 експертів, які відповідають переліченим критеріям. Опитування експертів було здійснено на етапі вибору критеріїв оцінювання програмного забезпечення для розробки прототипів та оцінювання розроблених прототипів з використанням 10 евристик юзабіліті Якоба Нільсена.

В експериментальній частині необхідно перевірити підтвердження гипотези щодо доцільності використання евристик юзабіліті Якоба Нільсена для попереднього оцінювання прототипів. А також ефективність розробленого інтерфейсу для обраного прототипу за допомогою Usability Testing.

4.2 Розробка структури інтерфейсу

Для розуміння процесу використання мобільного додатка користувачем, створюється структурна схема інтерфейсу мобільного додатку та графічна карта взаємодії користувача з додатком.

Графічна карта взаємодії користувача (UI-карта або UX-карта) – це інструмент, який використовується в дизайні інтерфейсу користувача для візуалізації структури, навігації та взаємодії у межах веб-сайту, мобільного додатка або іншого програмного інтерфейсу. UI-карти допомагають розробникам, дизайнерам та зацікавленим сторонам краще розуміти, як користувачі будуть взаємодіяти з інтерфейсом і як він буде виглядати в цілому.

Основні компоненти графічної карти взаємодії користувача включають (додаток А):

– сторінки або екрани. Вони відображають окремі сторінки або екрани інтерфейсу, де користувач може переходити або здійснювати взаємодію;

– зв'язки. Це вказання способів, якими користувачі можуть переходити між сторінками або виконувати певні дії;

– елементи інтерфейсу. Відображення конкретних UI-елементів, таких як кнопки, текстові поля, картки тощо;

– сценарії взаємодії. Опис того, як користувачі взаємодіють з інтерфейсом на кожній сторінці або екрані;

– зміст. Вміст, який відображається на кожній сторінці, такий як текст, зображення, відео тощо;

– поведінка. Опис певних взаємодій або анімації, яка відбувається при взаємодії користувача з елементами інтерфейсу;

– специфікації. Додаткові відомості, такі як розміри, кольори, шрифти та інші стилізаційні деталі.

Графічні карти взаємодії користувача допомагають командам розробників і дизайнерів легше розуміти і спільно працювати над проектом, визначаючи, як інтерфейс повинен працювати та виглядати. Вони також можуть використовуватися для залучення замовників та інших зацікавлених сторін у процес створення інтерфейсу, щоб отримати їхні коментарі та схвалення перед розробкою.

Організаційна графічна схема – це документ, в якому описується мета застосунку, її ще називають навігаційною графічною схемою або графічною схемою прототипу. На графічних схемах технологічного типу показується логіка програмування, що забезпечує реалізацію схеми руху користувача [13, 14]. На першому етапі побудовано організаційну графічну схему застосунку, на другому етапі – технологічну графічну схему. Графічні схеми однакові для різних прототипів. Відрізняються тільки елементи інтерфейсу та наповнення екранів. Графічну організаційну схему показано на рисунку 4.1.

Рисунок 4.1 – Графічна організаційна схема

Фрагменти організаційної схеми з конкретними функціями наведені на рисунку 4.2 та 4.3.

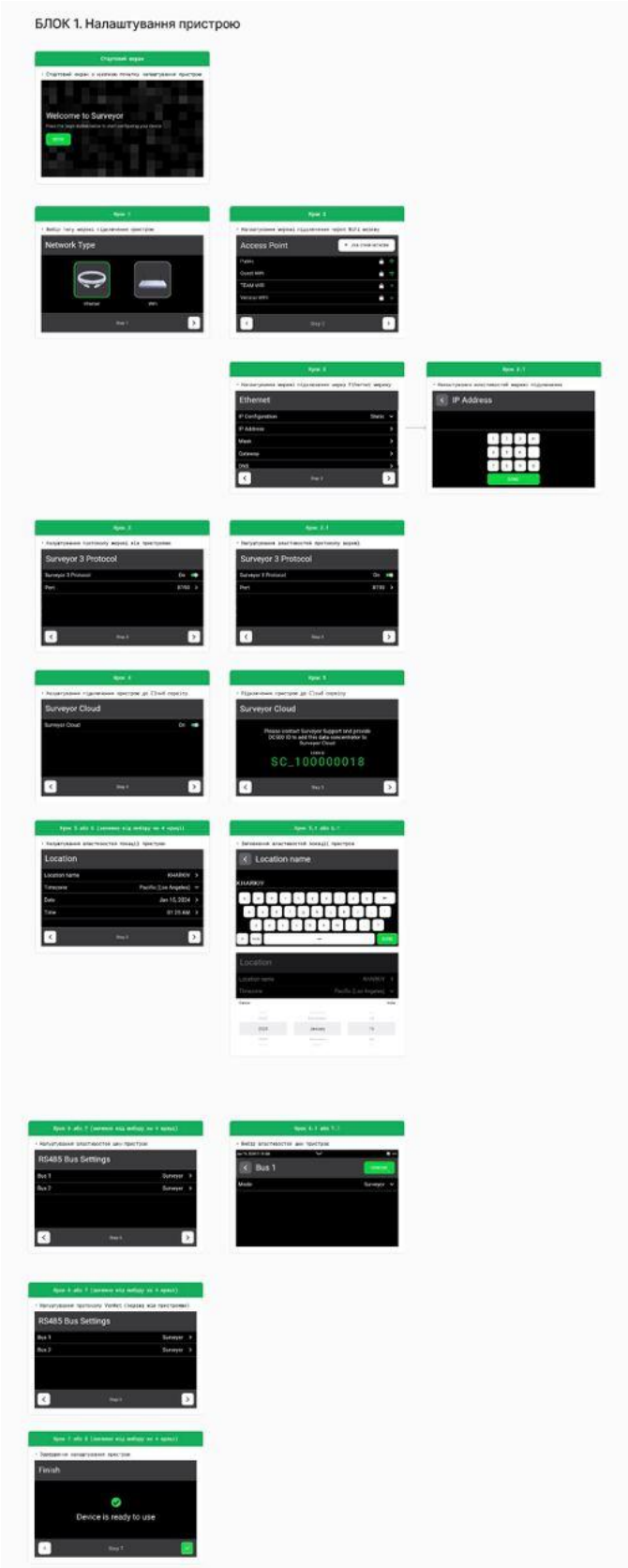

Рисунок 4.2 – Організаційна схема блоку «Налаштування пристрою»

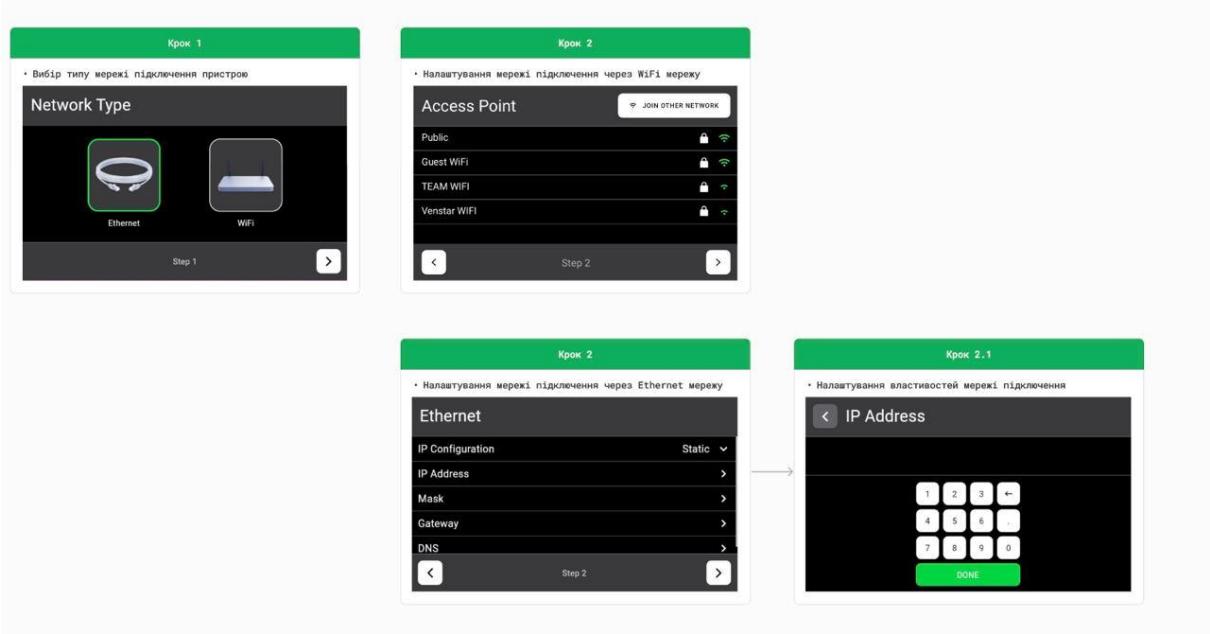

Рисунок 4.3 – Організаційна схема функції
«Вибір та налаштування мережі підключення»

Графічна технологічна схема надає можливість візуалізувати події, що відбуваються під час використання застосунку, і показати як протікає процес ухвалення рішень в кожній частині вузла, а також запрограмувати динаміку переходів.

4.3 Розробка wireframe та візуального дизайну інтерфейсу

Wireframe – це простий, низькорівневий скетч або схематичне зображення структури інтерфейсу. Він фокусується на розташуванні елементів, структурі та функціональності, і не містить деталей дизайну. Wireframe створюється для того, щоб відобразити основну концепцію інтерфейсу та взаємодії між його елементами. Він дозволяє команді проекту і клієнтам зрозуміти логіку і структуру майбутнього продукту без зайвих деталей.

Візуальний дизайн інтерфейсу – це вже більш продуманий та деталізований етап. На відміну від wireframe, візуальний дизайн включає в себе кольори, шрифти, графіку та інші деталі, що надають інтерфейсу конкретний вигляд. Дизайнер ставить перед собою завдання розробити естетично приємний

та ефективний візуальний інтерфейс, який враховує брендовий стиль, потреби користувачів та сучасні дизайн-тренди.

Wireframe є першим етапом, де визначається структура та логіка, тоді як візуальний дизайн додає деталі та естетику, надаючи інтерфейсу привабливість та функціональність. Обидва етапи є важливими для успішної розробки продукту чи веб-сайту [15].

В розробленому wireframe зображені низкодеталізовані сторінки майбутнього інтерфейсу мобільного додатка. Завдяки wireframe в процесі розробки візуально дизайну інтерфейсу буде задіяно мінімум зусиль по проектуванню загальної структури сторінок.

Розробка візуального дизайну інтерфейсу застосунку базується на розроблених wireframe.

В кваліфікаційній роботі розробка візуального дизайну інтерфейсу проводилося в редакторах Sketch та After Effects, які було обрано з використанням критерієв оцінки, як найбільш оптимальне програмне забезпечення.

В процесі розробки візуального інтерфейсу мобільного додатка були задіяні найбільш оптимальні функції програмного забезпечення Sketch, а саме: розробка символів для використання типових елементів інтерфейсу; використання стилів елементів та шрифтів; використання артбордів для кожного екрану мобільного додатку, для зручного переносу екранів інтерфейсу мобільного додатка, за допомогою плагіну Craft в онлайн-інструмент протитипування InVision.

На рисунку 4.4 представлений приклад розробленого UI-дизайну інтерфейсу для основних екранів.

Основні екрани застосунку наведені в додатку Б.

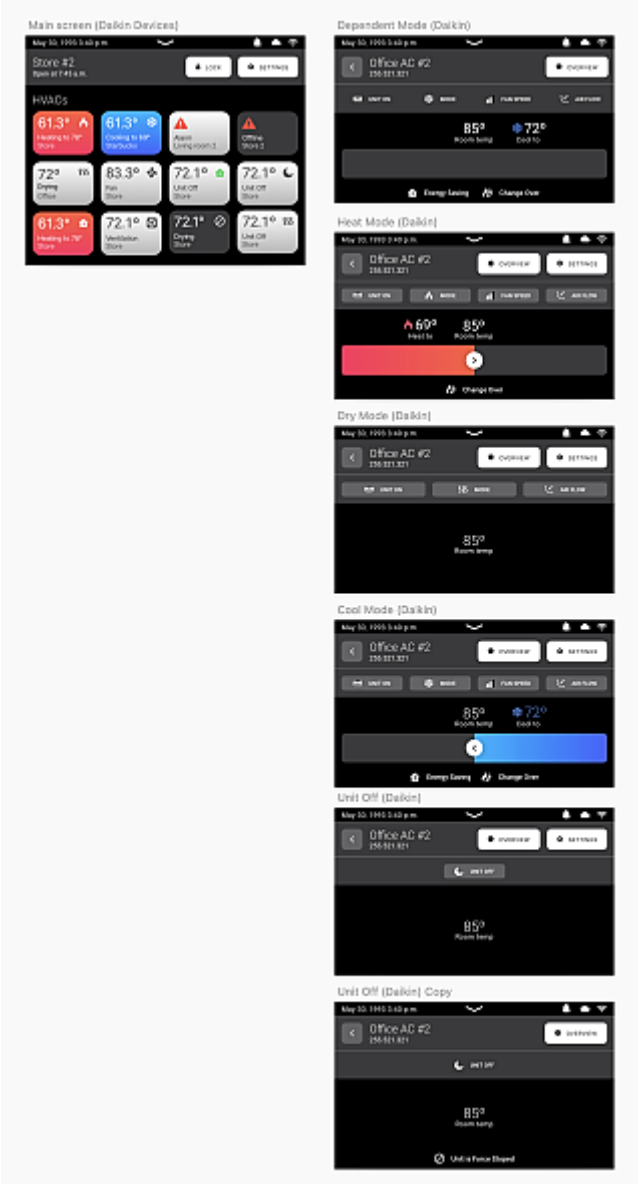

Рисунок 4.4 – Розробка візуального дизайну інтерфейсу

4.4 Розробка прототипу

Прототипування зазвичай використовується на ранніх етапах розробки, перш ніж розпочнеться повна реалізація застосунку. Прототипування застосунку – це процес створення інтерактивного моделювання або пробного варіанту програмного застосунку до його фактичної розробки. Головна мета прототипування – це дати команді розробників, дизайнерам і замовникам можливість оцінити концепцію застосунку та перевірити його основні функції та взаємодію.

Прототипи повинні надавати можливість користувачам взаємодіяти з віртуальними елементами інтерфейсу, щоб вони могли відчути, як буде виглядати і вести себе кінцевий продукт. Прототипи можуть включати обмежений функціонал, який дозволяє випробувати основні можливості програми чи веб-сайту. Хоча прототипи можуть не мати повного дизайну, вони часто включають базовий вигляд та компоненти для візуального представлення концепції. Вони дозволяють проводити тестування і отримувати зворотний зв'язок в ранній стадії розробки, щоб внести необхідні зміни.

Прототипування виконувалося через онлайн-сервіс InVision, використовуючи його браузерний drag-n-drop інтерфейс і набір інструментів для швидкої обробки. Цей сервіс дозволив завантажувати нові прототипи, малюнки і графічні матеріали через обліковий запис розробника та редагувати їх безпосередньо в браузері.

За допомогою плагіна Craft етап експорту та завантаження екранів інтерфейсу мобільного додатка став значно швидший. Основним завданням прототипування стало розміщення областей для натискання і налаштування переходів між екранами додатка. В цілому, було розроблено два прототипи інтерфейсу керуванням термостату, готові для подальшого тестування.

4.5 Проведення юзабіліті-тестування прототипу

Юзабіліті-тестування – це процес спостереження за тим, як потенційні користувачі користуються продуктом з метою виявити проблеми взаємодії з інтерфейсом.

Сенс юзабіліті-тестування полягає в спостереженні та аналізі проблем, з якими стикаються користувачі, працюючи з продуктом [11]. Метою тестування є поліпшення інтерфейсів на базі досвіду цільової аудиторії. При цьому створюється фінальна версія продукту, що дозволяє забезпечити найбільш ефективну взаємодію.

Евристична та експертна оцінка. Евристична оцінка – це форма дослідження юзабіліті, в якій фахівці з юзабіліті оцінюють кожен елемент інтерфейсу, спираючись на список певних принципів юзабіліті (які називаються «евристиками») [12]. В оцінці прототипу беруть участь експерти, які перевіряють дизайн системи на відповідність обумовленими правилами і принципам. Евристичну або експертну оцінки можна проводити на різних етапах розробки, хоча найкраще, якщо вже в будь-якій формі проведено дослідження контексту використання системи. Це дозволить фахівцям сконцентрувати свою увагу на обставинах використання створюваної системи.

Оцінка інтерфейсу користувачем потрібна для:

– тестування зручності інтерфейсу;

– надання інформації про сильні і слабкі сторони розробленого інтерфейсу;

– порівняння декілька інтерфейсів, зроблених за допомогою однієї методики.

Для проведення юзабіліті-тестування було взято 10 евристик Якоба Нільсена [11-12, 16]:

– видимість стану системи. Користувач завжди повинен орієнтуватися і добре розуміти, що відбувається в системі. Взаємодія між користувачем і системою повинна бути якомога більш логічна і швидка;

– відповідність між системою і реальним світом. Система повинна спілкуватися з користувачем на зрозумілій йому мові. Необхідно використовувати метафори або умовності реального світу, термінологію, яка знайома користувачам;

– користувацький контроль і свобода. Всі процеси перебувають під контролем користувачів. Користувачі повинні мати можливість повністю змінити дії та стани або знайти вихід з ненавмисно скоєних дій;

– послідовність і стандарти. Користувача не можна плутати, описуючи одні й ті ж речі різними словами і термінами. Користувачі проводять більшу частину часу на інших застосунках, тому на їхні ментальні моделі та очікування

щодо того, як щось працює, впливає попередній досвід. Зрозумівши принцип роботи інтерфейсу, користувач повинен бути впевнений, що незалежно від його переміщень по ресурсу, це розуміння його не покине;

– запобігання помилкам. Потрібно звести до мінімуму кількість умов, в яких можуть бути допущені помилки. Навіть самі зрозумілі повідомлення про помилки не зможуть зробити інтерфейс настільки доброзичливим, наскільки це зробить продумана логіка роботи, що дозволяє їм запобігати;

– розпізнавання замість необхідності згадувати. Не можна змушувати користувача запам’ятовувати велику кількість об’єктів, дій і опцій. Набагато простіше зробити важливу інформацію видимою в інтерфейсі, ніж просити користувачів її запам'ятати;

– гнучкість і ефективність використання. Не потрібно навантажувати досвідчених користувачів зайвою інформацією, потрібно надавати їм можливість здійснювати часто повторювані дії якомога швидше і простіше;

– естетичний і мінімалістичний дизайн. Текст не повинен містити застарілу за надмірну інформацію. Якщо в інтерфейсі все вимагає уваги, жоден елемент не буде виділятися. Тому важливо думати про пріоритети та співвідношенні інформативності та дизайну;

– розуміння проблем та їх вирішення. Повідомлення про помилки повинні бути виражені зрозумілою користувачеві мовою, як можна більш точно описувати проблему і надавати можливі варіанти її вирішення;

– довідкові матеріали та документація. У кращому разі користувачам ніколи не знадобиться допомога, але, коли вона справді знадобиться, вони повинні легко її знайти разом з довідковою інформацією. Тому можливість пошуку – найважливіша функція. Найбільш часто використовуваними довідковими матеріалами є підказки про формат даних, що вводяться або пояснення, навіщо потрібно вказати телефон, пошту та іншу контактну інформацію.

Евристики Нільсена є загальновизнаними і є найбільш часто використовуваними правилами при проектуванні дизайну взаємодії [12]. Тому

вирішено провести по ним перевірку розроблених варіантів інтерфейсу. Це мінімальні критерії, яким повинен відповідати інтерфейс.

Оцінка якості інтерфейсу проводилась за допомогою бінарної системи оцінювання для двох варіантів інтерфейсу (табл. 4.1). Прототипи були розроблені з використанням однієї методики та обраних програмних засобів.

Таблиця 4.1 – Порівняльний аналіз двох варіантів інтерфейсу

№	Критерій	Варіант 1	Варіант 2
1	Видимість стану системи.	1	1
2	Відповідність між системою і реальним світом.	1	1
3	Користувацький контроль і свобода.	0	1
4	Послідовність і стандарти.	1	1
5	Запобігання помилкам.	1	1
6	Розпізнавання замість необхідності згадувати.	0	1
7	Гнучкість і ефективність використання.	0	1
8	Естетичний і мінімалістичний дизайн.	1	0
9	Розуміння проблем та їх вирішення.	1	1
10	Довідкові матеріали та документація.	1	1
	Сума	6	9

Приклади вдалої та невдалої реалізації евристик наведено в додатку В.

З огляду на результат тестування за допомогою критеріїв оцінки якості інтерфейсу для інтерфейсу мобільного додатка, здійснена оцінка якості ефективності двох варіантів взаємодії за кожним критерієм. Найбільш ефективний варіант 2, завдяки більш вдалому розташуванню елементів інтерфейсу, мінімалістичному дизайну та більш продуманому сценарію дій, при якому користувач більш інформований про роботу пристрою та робить менше помилок. Завдяки проведеному тестуванню були виявлені слабкі сторони розробленого інтерфейсу. Для подальшого вдосконалення необхідно провести юзабіліті-тестування із залученням представників цільової аудиторії програмного продукту. Робиться бета-тестування предрелізної частини.

Процес тестування та налаштування готового пристрою, такого як термостат, здійснювався в комерційних приміщеннях (магазинах) і користувачам були надані термостати для управління ними. Тобто користувачі

(клієнти) почали використовувати термостати в реальних умовах для керування пристроями.

Для користувачів були підготовлені відповідні карти з завданнями та питаннями. Наприклад, завдання «налаштувати температуру термостату», «змінити часовий пояс локації», «підключи wi-fi» тощо. Питання «що заважало знайти необхідну функцію?», «чи бачить користувач кнопку?» тощо. Приклад розробленого User Testing Script наведено в додатку Г.

Було сформульовано загальний список функцій та задач, які необхідно було протестувати, та цілі для кожного завдання. Вони згруповані в блоки. Для кожного завдання також розраховано орієнтовний час проходження (додаток Д). Під час тестування здійснювалась фіксація, наскільки успішно людина його виконує. Таким чином робились кількісні метрики. Якщо людина не виконувала завдання або виконувала дуже повільно, то респондент ставив запитання щодо цієї проблеми. Також користувачі самі могли давати коментарі під час проходження завдань і таким чином збирались якісні показники.

Для юзабіліті-тестування встановлена вибірка користувачів у кількості 50 осіб. Користувачі були розподілені на дві групи – експерти та новачки. Для тестування вибирали з тих, хто вже користувався попередньою моделлю (наприклад співробітники магазину) і хто ще не користувався пристроєм, їх розділили на різні групи (експерт, новачок). Від цього залежала складність завдань. Даний розподіл дозволив відстежити реакцію нових та досвідчених користувачів.

Користувачі мали можливість не тільки висловлювати відгуки під час тестування, але й надсилати відгуки та коментарі щодо функціоналу пристрою та їхнього досвіду використання, які потім аналізувались розробником.

Процесом тестування керує респондент. Він безпосередньо працює з користувачами – видає їм завдання, формулює питання таким чином, щоб користувачі перевіряли гіпотезу, а не підтверджували її. Також він робить нотатки за допомогою попередньо підготовленої структури в User Testing Script. Записує коментарі користувача до кожного кроку сценарію. Зазвичай це

невеликі нотатки у вигляді «минув/не пройшов сценарій», «виникали/не виникали складнощі».

Поки респондент працює з користувачами, інші експерти віддалено спостерігають за реакціями, коментарями та проходженням завдань, записуючи все це до карток, і далі сортуючи їх (використовуються метод RBT та діаграма спорідненості).

Для цього нагляду були налаштовані камери позаду користувача, зверху на пристрій (щоб бачити, що користувач натискає або шукає на пристрої) і перед ним, щоб було чути, що він говорить або спостерігати за його реакцією.

Наприкінці виконується опрацювання та аналіз результатів. Проведений аналіз дозволяє побачили час проходження завдання, успіх або невдачі користувачів, позитивні або негативні коментарі, пропозиції щодо покращання. Отримані результати показують, чи працюють гіпотези, закладені в прототип, який тестувався. При необхідності висувають нові і здійснюється повторне тестування.

Важливо, щоб правильно врахувати відгуки і побажання користувачів, необхідно провести відсоткову відбірку для визначення, які зміни вносити. Був встановлений пороговий відсоток 55%. Якщо більше 55% користувачів залишали негативні відгуки про певну функцію, ця функція розглядалася для подальшої доробки.

На основі отриманих відгуків та негативних коментарів, вносились зміни до функціоналу та налаштувань термостата. Після внесення змін, можна випускати оновлену версію програмного забезпечення або налаштувань термостата та розповсюджувати її користувачам.

Приклад приладу з розробленим інтерфейсом керування, який тестувався, наведено на рисунку 4.5.

Цей цикл тестування та налаштування спрямований на поліпшення якості та функціональності готового пристрою, він враховує фактичний досвід користувачів і відповідає їхнім потребам для досягнення оптимального результату.

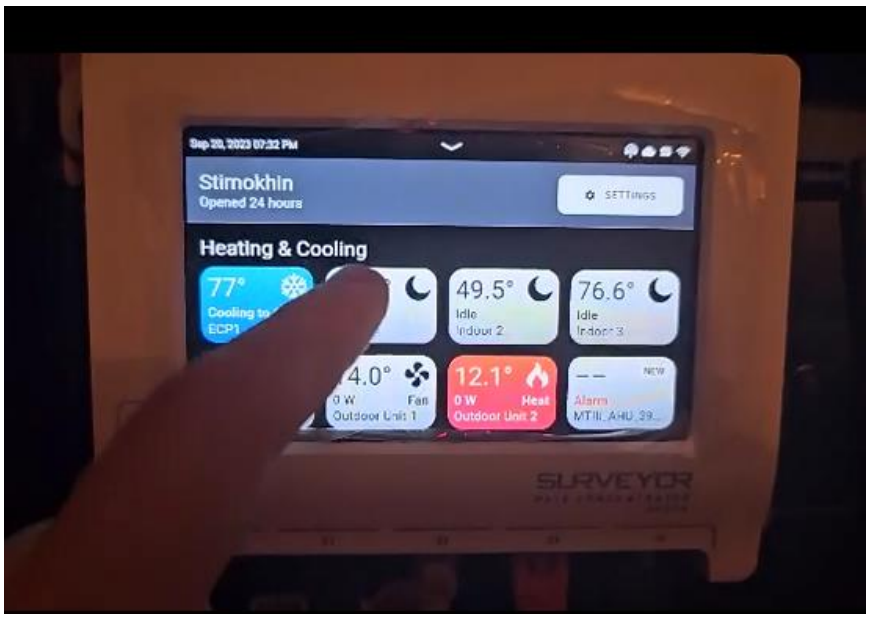

Рисунок 4.5 – Приклад інтерфейсу керування термостатом

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Характеристика науково-дослідної роботи

Метою даної роботи є дослідження принципів проєктування інтерфейсів для керування пристроями «розумного будинку» та розробка ефективного інтерфейсу для електронних термостатів фірми Venstar за результатами юзабіліті-тестування.

Під час виконання роботи проведено дослідження можливостей розробки інтерфейсів електронних пристроїв та мобільних додатків, яке базується на аналізі літератури за темою роботи та наведених в літературі теоретичних та емпіричних методах. Цей підхід включає аналіз, порівняння, моделювання і проведення експериментів [17]. Основними інструментами для створення нових додатків є наявні інструменти та ресурси, такі як засоби прототипування та створення дизайну.

У межах даного дослідження розроблено та протестовано два різних варіанти інтерфейсу. В рамках експерименту проводилась оцінка ефективності цих прототипів.

5.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата

Науково-дослідну роботу (НДР) можна розділити на три етапи: підготовчий, основний і заключний.

На стадії виконання підготовчого етапу було визначено мету та завдання кваліфікаційної роботи. На етапі виконання основної частини НДР було виконано такі роботи:

– розглянуто загальні вимоги і принципи побудови інтерфейсів;

– проведено аналіз і обрано програмні засоби розробки інтерфейсу керування електронними пристроями;

– розроблено прототипи та дизайн інтерфейсу;

– здійснено тестування розроблених прототипів;

– проведено оцінку ефективності варіантів розробленого інтерфейсу.

У заключній частині проводяться: аналіз результатів виконання НДР, складання звіту по НДР, захист звіту.

Трудові витрати часто становлять основну частину вартості НДР і безпосередньо впливають на строки розробки. Дану роботу виконує один фахівець – UI/UX дизайнер. Його середня заробітна плата складає 15000,00 грн. Для оцінювання прототипів також були долучені 2 аналітика. Їх середня заробітна плата складає 17000,00 грн.

Проведемо розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавців робіт.

Середньоденна заробітна плата виконавця робіт ($З_{ср.дн.}$):

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

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

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

Середньоденна заробітна плата дизайнера складає:

$$З_{ср.дн.} = \frac{15000,00}{22} = 681,82 \text{ грн.}$$

Середньоденна заробітна плата аналітика складає:

$$З_{ср.дн.} = \frac{17000,00}{22} = 772,72 \text{ грн.}$$

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

Таким чином, витрати на заробітну плату складають 13318,18 грн.

Таблиця 5.1 – Розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавців робіт

Перелік робіт	Кіль-кість вико-навців	Посада виконавця	Трудо-місткість робіт, люд.-днів	Середньо-денна заро-бітна плата, грн	Сума заро-бітної плати, грн
1. Підготовчий етап					
1.1. Розробка та затвердження ТЗ	1	дизайнер	1	681,82	681,82
1.2 Підготовка вихідних даних для виконання НДР	1	дизайнер	2	681,82	1363,64
2. Основний етап					
2.1 Постановка задачі	1	дизайнер	1	681,82	681,82
2.2 Аналіз вимог до інтерфейсу та вибір програмних засобів розробки інтерфейсу	1	дизайнер	1	681,82	681,82
2.3 Розробка прототипів та дизайну інтерфейсу	1	дизайнер	4	681,82	2727,28
2.4 Проведення юзабіліті-тестування та оцінка розроблених прототипів	1 2	дизайнер, аналітик	2 2	681,82 772,72	1363,64 3090,88
2.5 Доопрацювання обраного прототипу	1	дизайнер	2	681,82	1363,64
3. Заключний етап					
3.1 Оцінка ефективності проведення заходів	1	дизайнер	1	681,82	681,82
3.2 Формування висновків та пропозицій за темою дослідження	1	дизайнер	1	681,82	681,82
Усього			17		13318,18

5.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР

Калькуляція собівартості розраховується відповідно до існуючих нормативних актів України.

До складу калькуляції входять такі статті витрат:

– матеріальні витрати;

– витрати на оплату праці;

– єдиний соціальний внесок;

– амортизація основних засобів (вартість машинного часу);

– витрати на спожиту електроенергію;

– інші витрати [18].

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:

$$M = \sum_{j=1}^{n} Q_j \times Ц_j, \tag{5.2}$$

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, $j = (1 \div n)$;

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

Розрахунок матеріальних витрат представлено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунок матеріальних витрат

Найменування	Од. вим.	Кількість од.	Ціна, грн	Сума, грн
Ручки	шт.	2	20,00	40,00
Папір	уп.	1	152,00	152,00
Усього				192,00

Витрати на оплату праці розраховуються виходячи з необхідного для виконання робіт складу й кількості працівників, а також із середньомісячної заробітної плати. Відповідно до проведених розрахунків витрати на оплату праці виконавців роботи дорівнюють 13318,18 грн.

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

Відповідно до чинного законодавства ставка єдиного соціального внеску дорівнює 22 % від витрат на оплату праці, тобто розмір ЄСВ дорівнює 2930,00 грн.

При виконанні НДР застосовувалось наступне обладнання: комп'ютер вартістю 37000,00 грн, що є власністю організації виконавця, тому доцільно розрахувати суму амортизаційних відрахувань на період виконання НДР. Амортизація основних засобів розраховується за формулою:

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

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

BO_k – вартість основних засобів k-го виду;

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

T – термін науково-дослідницької роботи, днів;

L – кількість видів обладнання.

Розрахована за вищенаведеною формулою сума амортизаційних відрахувань складає 861,64 грн.

Витрати на використану електроенергію розраховуються за формулою:

$$З_e = M \cdot t \cdot T_{кВт} \,, \tag{5.4}$$

де M – потужність устаткування (кВт/година);

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

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

Споживна потужність комп'ютера складає 0,5 кВт за годину. Тариф споживачів, які споживають більше 250 кВт.год. в місяць, складає 2,64 грн/кВт. Підставивши значення у формулу (5.4), визначимо величину витрат на спожиту електроенергію:

$$З_э = 0{,}5 \cdot 136 \cdot 2{,}64 = 179{,}52 \text{ грн.}$$

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

Вартість оплати послуг зв'язку, а саме Інтернет – 170,00 грн за час виконання НДР.

Витрати на відрядження, аутсорсинг, інформаційні послуги та маркетингові заходи не мали місця. Для виконання НДР використовувалося безкоштовне ПО.

Результати розрахунку кошторису витрат на виконання НДР наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 − Кошторис витрат на розробку НДР

№ з/п	Стаття витрат	Сума, грн
1	Заробітна плата	13318,18
2	Єдиний соціальний внесок (22 % від п.1)	2930,00
3	Матеріальні витрати	192,00
4	Амортизація основних засобів	861,64
5	Витрати на спожиту електроенергію	179,52
6	Інші витрати, у тому числі:	
6.1	Адміністративні витрати (20 % від п.1)	2663,64
6.2	Вартість послуг зв'язку	170,00
7	Усього витрати	20314,98

Таким чином, кошторис витрат на виконання даної НДР відбиває сумарні витрати за статтями і складає 20314,98 грн.

5.4 Оцінка результатів науково-дослідної роботи

Оцінка результатів НДР – це визначення ефективності отриманих рішень порівняно з сучасним науково-технічним рівнем.

До результатів даної кваліфікаційної роботи можна віднести дослідження принципів проєктування інтерфейсів для керування пристроями «розумного будинку» та розробка ефективного інтерфейсу для електронних термостатів за результатами юзабіліті-тестування.

Результат від впровадження НДР визначається за такою формулою:

$$\Delta P_j = \left| Хб_j - Хн_j \right|, \tag{5.5}$$

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

m – кількість досліджуваних характеристик;

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

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

За базові значення характеристик візьмемо дані замовника до проведення дослідження. У якості досліджуваних характеристик виступають кількість заказів термостатів, кількість позитивних відгуків щодо продукції фірми, прибуток.

Порівнюючи нові характеристики з базовими за формулою (5.5), отримаємо наступні значення:

– кількість заказів термостатів зросла на 34 %;

– позитивних відгуків стало вдвічі більше, що свідчить про підвищення зацікавленості до нового інтерфейсу пристрою та його зручності;

– прибуток збільшився на 15 %.

Далі проведемо оцінку економічної ефективності отриманого результату виконаної науково-дослідної роботи.

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»:

$$K_{ев} = \frac{\Delta P_j}{B_p}, \tag{5.6}$$

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.

Підставивши раніше визначені значення у (5.6), розрахуємо чисельні значення коефіцієнту «ефект-витрати» для двох характеристик – кількості замовлень та прибутку:

$$К_1 = 34 / 20314{,}98 * 100 = 0{,}167\ \%,$$
$$К_2 = 15 / 20314{,}98 * 100 = 0{,}074\ \%.$$

Таким чином, отриманий результат свідчить про те, що кожна гривня витрат на розробку НДР забезпечує покращення фінансових показників діяльності фірми. Дана науково-дослідна робота має досить високий показник економічної ефективності. Показною є також характеристика збільшення

позитивних відгуків щодо нового інтерфейсу термостата, це свідчить про підвищення зацікавленості до пристрою та його зручності. Ця характеристика не впливає на миттєвий прибуток, але вона дозволяє формувати позитивний імідж фірми у споживачів. Роботу у цілому можна рахувати ефективною або такою, що має високий науковий та технічний рівень.

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи проведено дослідження можливостей розробки інтерфейсів електронних пристроїв та мобільних додатків, яке базується на аналізі літератури за темою роботи та наведених в літературі теоретичних та емпіричних методах. Цей підхід включає аналіз, порівняння, моделювання і проведення експериментів. Основними інструментами для створення нових додатків є наявні інструменти та ресурси, такі як засоби прототипування та створення дизайну.

Основною метою даної роботи є дослідження принципів проєктування інтерфейсів для керування пристроями «розумного будинку» та розробка ефективного інтерфейсу для електронних термостатів за результатами юзабіліті-тестування. У межах даного дослідження розроблено та протестовано два різних варіанти інтерфейсу. В рамках експерименту проводилась оцінка ефективності цих прототипів.

В процесі виконання роботи були вирішені такі задачі:

– проведено аналіз літератури за тематикою дослідження;

– розглянуто загальні вимоги і принципи побудови інтерфейсів;

– проведено аналіз і обрано програмні засоби розробки інтерфейсу керування електронними пристроями;

– розроблено прототипи та дизайн інтерфейсу;

– здійснено тестування розроблених прототипів;

– проведено оцінку ефективності варіантів розробленого інтерфейсу.

Проведений в роботі аналіз прототипів та юзабіліті-тестування спрямовані на поліпшення якості та функціональності готового пристрою, ці процедури враховують фактичний досвід користувачів і відповідають їхнім потребам для досягнення оптимального результату.

Також в роботі здійснено оцінку економічної ефективності отриманого результату. Ця науково-дослідна робота має високий рівень економічної

ефективності. Також важливо відзначити зростання позитивних відгуків стосовно нового інтерфейсу термостата, що свідчить про збільшення зацікавленості та зручності в користуванні пристроєм. Ця характеристика, хоча і не має безпосереднього впливу на миттєвий прибуток, сприяє формуванню позитивного іміджу компанії серед споживачів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Технологія проекту «Розумний дім». Конструкція і види. URL: https://naurok.com.ua/tehnologiya-proektu-rozumniy-dim-konstrukciya-i-vidi-349600.html (дата звернення: 06.09.2023).

2. Golden Krishna. The Best Interface Is No Interface: The Simple Path to Brilliant Technology (Voices That Matter). 2015. ISBN 978-0-13-3389033-4.

3. Cooper A., Reimann R. About Face: The Essentials of Interaction Design 4th Edition. 2020. ISBN 978-1118766576.

4. Уейншенк С. 100 НОВИХ головних принципів дизайну. URL: https://balka-book.com/ua/knigi_po_dizaynu_i_arhitekture-715/100_glavnyih_printsipov_dizayna_kak_uderzhat_vnimanie-7841 (дата звернення: 10.09.2023).

5. Назаров Є.М., Мірошниченко М.Ю. Розробка застосунку для управління системами розумного будинку. Сучасні комп'ютерні та інформаційні системи і технології // III Всеукраїнська наук.-практ. інтернет-конф. (Запоріжжя, 12-19 грудня 2022 р.). Запоріжжя : ТДАТУ, 2022. С. 298-306. URL: http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/16938 (дата звернення: 15.09.2023).

6. Zudin A. The Power of UX/UI Design Thinking: Crafting Exceptional Products for the Modern World Kindle Edition. 2023. 86 p.

7. Adobe. URL: https://www.adobe.com/ua (дата звернення: 15.10.2023).

8. Класифікація і характеристика експертних методів. URL: https://pidru4niki.com/1677081363828/tovaroznavstvo/klasifikatsiya_harakteristika_ekspertnih_metodiv (дата звернення: 15.11.2023).

9. Експертна оцінка юзабіліті вашого сайту та 10 евристик Якоба Нільсена. URL: https://goldwebsolutions.com/uk/blog/ekspertna-otsinka-yuzabiliti-vashogo-sajtu-ta-10-evristik-yakoba-nilsena/ (дата звернення: 25.10.2023).

10. 10 евристик юзабіліті Якоба Нільсена, проілюстрованих дизайн-рішеннями Revolut. URL: https://ux.pub/editorial/10-ievristik-iuzabiliti-iakoba-nilsiena-proiliustrovanikh-dizain-rishienniami-revolut-bdo (дата звернення: 25.10.2023).

11. Що таке онбординг у digital? Як підібрати інструменти та розробити стратегію для успішного знайомства з продуктом? URL: https://web-promo.ua/ua/blog/chto-takoe-onbording-v-digital-kak-podobrat-instrumenty-i-razrabotat-strategiyu-dlya-uspeshnogo-znakomstva-s-produktom/ (дата звернення: 25.10.2023).

12. Що таке юзабіліті тестування: розгорнутий огляд для розробників програмного забезпечення. URL: https://mate.academy/blog/qa/usability-testing/ (дата звернення: 12.10.2023).

13. ISO 9241-110. Принципи організації діалогу.

14. ДСТУ ІСО 9241-210-2012. Ергономіка взаємодії людина-система.

15. Діденко М.В., Вовк. О.В. Дослідження методів оцінки UX інтерфейсів нового покоління // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: матеріали Молодіжної школи-семінару V Міжнародної науково-технічної конференції (3 листопада 2020 р., Харків). 2020. Т. 2. С. 128-130. URL: https://openarchive.nure.ua/handle/document/16794.

16. Мельник С.А. Тестування інтерфейсу керування термостатом Venstar // Інформаційні технології в сучасному світі: дослідження молодих вчених: тези доповідей. Харків. 2024. С.101.

17. Кулішова Н.Є., Ткаченко В.П. Методичні вказівки з виконання кваліфікаційної роботи здобувачів вищої освіти на другому (магістерському) рівні для студентів усіх форм навчання спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія». Харків: ХНУРЕ, 2020. 51 с.

18. Методичні рекомендації до виконання економічної частини дипломних проектів, робіт для студентів денної та заочної форми навчання усіх спеціальностей / Л.В. Соколова та ін. Харків: ХНУРЕ, 2015. 49 с.