

*Н.В. ВАСИЛЬЦОВА, А.С. БУРКОВСЬКА***ВИБІР ПІДМНОЖИНИ МЕТОДІВ РОЗРОБКИ ІНТЕРФЕЙСУ
МОБІЛЬНОГО ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ МОВ**

Розглянуто основні існуючі методи, які використовуються під час розробки інтерфейсів мобільних застосунків для вивчення мов. Встановлено, що жоден з цих методів не має значних переваг, які б дозволили рекомендувати цей метод як найбажаніший інструмент розробки користувацького інтерфейсу мобільного застосунку. Як рішення задачі визначення та планування дій відносно необхідних методів розробки інтерфейсів мобільних застосунків для вивчення мов запропоновано адаптувати метод експертного оцінювання. Проведено апробацію адаптованого методу під час вирішення зазначеної задачі в межах ІТ-проєкту розробки мобільного застосунку з вивчення мов.

1. Вступ

Сучасні стандарти та методології розглядають життєвий цикл ІТ-продуктів як сукупність різних процесів, кожен з яких складається з окремих діяльностей. Але на початку майже кожного з цих процесів пропонується виконати діяльність, суть якої полягає в підготовці до виконання відповідного процесу. При цьому в межах цієї діяльності практично завжди пропонується вирішити задачу визначення та планування дій відносно необхідних забезпечуючих систем та послуг [1]. Суть цієї задачі полягає, зокрема, у виборі тих моделей, методів та інструментальних засобів, які, на думку стейкхолдерів, будуть необхідними для успішного виконання подальших діяльностей та вирішення окремих задач відповідного процесу життєвого циклу ІТ-продукту. В загальному випадку вирішення цієї задачі слід розглядати як послідовність таких дій:

а) вирішення задачі кількісного оцінювання кожного з елементів множини забезпечуючих систем та послуг, які можуть бути застосованими для успішного виконання діяльностей та задачі процесу;

б) вирішення задачі вибору з множини забезпечуючих систем та послуг підмножини необхідних забезпечуючих систем та послуг.

Але конкретні методи вирішення цих задач дуже сильно розрізняються залежно від того, до якого саме процесу життєвого циклу ІТ-продукту здійснюється підготовка. Методи вирішення таких задач можуть суттєво змінюватися, якщо управління цими процесами здійснюється на основі Agile або гібридних методологій управління ІТ-проєктами. Особливістю цих методологій є забезпечення широкої участі в управлінні ІТ-проєктом усіх його стейкхолдерів (а не тільки представників організації-розробника ІТ-продукту) [2], що ускладнює вирішення задачі кількісного оцінювання елементів множини забезпечуючих систем та послуг.

Серед розмаїття ІТ-продуктів, керування створенням яких здійснюється з використанням Agile або гібридних методологій управління ІТ-проєктами, на особливу увагу заслуговують мобільні застосунки. Причина цієї уваги полягає у постійному зростанні кількості людей, які намагаються застосовувати мобільні пристрої й застосунки у своїй бізнес-діяльності та для оптимізації соціальних процесів та відношень. Застосування розумних телефонів і планшетів, оснащених спеціалізованими застосунками, дозволяє прискорити обробку даних, поліпшити комунікацію між командами розробників та користувачами застосунків, ефективно керувати як ресурсами проєктів, так і розподілом часу користувачів [3]-[5]. Загалом, тенденція до переходу з простих мобільних пристроїв на багатофункціональні смартфони з кожним роком тільки посилюється, а створення

мобільної присутності стало питанням виживання й розвитку бізнесу. За даними Statcounter, 55 % від всього вебтрафіку припадає на мобільні телефони та планшети [6].

Головна особливість розробки мобільних застосунків полягає в формфакторі самих мобільних пристроїв. Однією з його проявів є маленький розмір екрану таких пристроїв, а в деяких випадках – і нестандартна форма. Тому дуже важливою частиною створення мобільного застосунку є розробка інтерфейсу користувача (User Interface – UI). Цим терміном один з видатних дослідників у галузі розробки UI Джеф Раскін пропонує позначати спосіб, яким людина виконує завдання за допомогою продукту, а саме дії, які вона виконує і що отримує натомість, [7]. У теперішній час UI є не тільки елементом дизайну мобільного застосунку, а й стратегічним інструментом для зростання бізнесу і задоволення потреб користувачів. Тому дослідження методів та способів вирішення задачі визначення та планування дій відносно необхідних методів розробки UI мобільного застосунку (Mobile UI) є актуальним.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми дослідження

2.1. Аналіз особливостей процесу розробки інтерфейсу користувача мобільного застосунку для вивчення мов

Для вирішення задачі визначення та планування дій відносно необхідних методів розробки Mobile UI для вивчення мов слід розуміти особливості процесу розробки такого UI. Тому, перш за все, треба проаналізувати відмінності цього процесу від процесу проектування UI для інших різновидів ІТ-продуктів.

В рамках мобільних застосунків для вивчення мов можна виділити дві категорії таких застосунків:

- спеціалізовані, які розробляються для курсів з вивчення мов;
- загальні, які розробляються для всіх, хто хоче вивчити мову самостійно [8].

Усі мобільні застосунки для вивчення мов також можна поділити за декількома критеріями, використовуючи іншу класифікацію [9]: за віком, для якого призначено матеріал; за рівнем володіння мовою; за обсягом опрацьованого матеріалу; за експертністю розробника; за популярністю, тобто кількістю завантажень.

Незалежно від різновиду ІТ-продукту, основою процесу розробки UI є ключові принципи, що гарантують легкість використання UI користувачами та їхнього задоволення. До таких принципів належать [10]:

- простота та наочність представленої інформації;
- інтуїтивність, яка дозволяє користувачам діяти без додаткових пояснень (тобто чітка структура інтерфейсу, зрозумілі значки та лаконічні назви тощо);
- доступність (інтерфейс повинен бути доступний для всіх користувачів, включаючи людей з обмеженими можливостями);
- адаптивність (забезпечення зручності використання незалежно від пристрою – комп'ютер це, планшет або смартфон);
- респонсивність (реагування на дії користувача миттєво, забезпечуючи швидкий відгук на натискання кнопок і взаємодію з елементами);
- юзабіліті (ергономічність) та тестування (виявлення слабких місць та гарантування відповідності стандартам простоти, інтуїтивності, доступності, адаптивності та респонсивності).

Mobile UI істотно відрізняються від традиційних десктопних або вебінтерфейсів з ряду причин, які обумовлені специфікою мобільних пристроїв та контекстом їх використання [11]. Можна виділити такі основні відмінності Mobile UI:

- мобільні пристрої мають значно менший екран у порівнянні з десктопами та ноутбуками, що вимагає більшої уваги до економії простору, оптимізації розміщення елементів інтерфейсу користувача та чіткості зображень і тексту;

- основним методом введення є сенсорний екран, що вимагає створення інтерфейсу, який легко керується пальцями, з великими кнопками та іконками, що легко натискати;
- мобільні пристрої підтримують як портретну, так і ландшафтну орієнтацію, що вимагає від Mobile UI бути гнучким й адаптивним до зміни орієнтації;
- мобільні пристрої мають менший запас енергії, ніж десктопи, тому Mobile UI повинні бути оптимізовані для ефективного споживання енергії та ресурсів;
- мобільні пристрої часто використовуються «на ходу», що вимагає від Mobile UI бути простим і зручним для швидкого доступу та взаємодії;
- мобільні пристрої мають вбудовані датчики та можливості (наприклад, GPS, акселерометр, камера), які можуть інтегруватися з мобільними застосунками.

Розробка Mobile UI включає такі чіткі та структуровані етапи, які визначають завдання та ведуть до створення вдалого продукту: створення концепції; брейнсторм (використання методу мозкового штурму) та розробка ескізів; створення діаграми переходів; вибір стилю Mobile UI; проектування Mobile UI; прототипування дизайну та демонстрація; доопрацювання обраного концепту дизайну [12].

Аналіз етапу проектування Mobile UI для вивчення мов показав, що він має специфіку, пов'язану з розумінням логіки користувача та його потреб. На цьому етапі створюється артефакт «персонаж», який описується атрибутами: «ім'я», «вік», «статус», «звички», «потреби» та «інтереси». На основі взаємодії з цим артефактом розробляється сценарій користувача, який передбачає поведінку клієнта. Ця особливість виконання етапу проектування Mobile UI та необхідність врахування на цьому етапі розглянутих вище відмінностей Mobile UI обумовлюють необхідність аналізу існуючих методів розробки інтерфейсу для виявлення особливостей залучення користувачів мобільних застосунків у процес розробки Mobile UI.

2.2. Аналіз особливостей методів розробки інтерфейсу мобільних застосунків для вивчення мов

Загалом до множини методів розробки інтерфейсу мобільних застосунків для вивчення мов пропонується віднести такі методи [13]–[18]:

- метод з використанням гейміфікації;
- метод з використанням інтерактивних вправ;
- метод з використанням мультимедійних матеріалів;
- метод з використанням персоналізації контенту;
- метод з використанням системи обговорень та спільноти;
- метод з використанням подкастів та аудіоуроків;
- метод з використанням мікронавчання (Microlearning);
- метод з використанням регулярних повторень;
- метод з використанням тестування та зворотного зв'язку;
- метод з використанням User Research.

Для порівняльного аналізу переваг і недоліків зазначених вище методів розробки інтерфейсу мобільних застосунків для вивчення мов пропонується використати такі критерії:

- критерій K1, який визначає застосування переваг мобільних платформ (наприклад, таких, як аудіо);
- критерій K2, який визначає залученість користувачів;
- критерій K3, який визначає більшу стислість та структурованість матеріалу;
- критерій K4, який визначає заохочення користувачів до більшої активності через те, що телефон завжди поряд та легко доступний;
- критерій K5, який визначає наявність базової функціональності, грошові витрати та

витрати часу.

Перевіримо кожний з методів на відповідність заданим критеріям й позначимо символом «+» відповідність заданому критерію. Результати цієї перевірки наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Порівняння методів розробки інтерфейсу з використанням визначених критеріїв

Методи розробки інтерфейсу	Порівняльні критерії				
	K1	K2	K3	K4	K5
Метод з використанням гейміфікації	–	+	–	+	–
Метод з використанням інтерактивних вправ	–	–	–	+	+
Метод з використанням мультимедійних матеріалів	+	–	–	–	+
Метод з використанням персоналізації контенту	–	+	–	+	–
Метод з використанням системи обговорень та спільноти	–	–	–	+	–
Метод з використанням подкастів та аудіоуроків	+	–	–	–	+
Метод з використанням мікронавчання	–	–	+	–	+
Метод з використанням регулярних повторень	–	+	–	+	–
Метод з використанням тестування та зворотного зв'язку	–	–	–	–	+
Метод з використанням User Research	–	+	–	+	+

Детальний опис переваг та недоліків методів розробки інтерфейсу, які підлягають аналізу, наведено відповідно в табл. 2 та табл. 3.

Таблиця 2

Переваги методів розробки інтерфейсу

Метод розробки інтерфейсу	Переваги методу
1	2
Метод з використанням гейміфікації	забезпечує конкретну та зрозумілу оцінку здобутків користувача; стимулює до продовження активності.
Метод з використанням інтерактивних вправ	сприяє активному засвоєнню матеріалу, оскільки користувачі здійснюють практичну діяльність; заохочує користувачів до активної участі та до вирішення практичних завдань; покращує засвоєння навичок та їх застосування у реальних ситуаціях.
Метод з використанням мультимедійних матеріалів	покращує розуміння та запам'ятовування навчального матеріалу завдяки візуальному та аудіосприйняттю; допомагає вивчати вимову та розвивати навички аудіювання; робить навчальний процес цікавішим завдяки різноманітності мультимедійних форматів.

Продовження таблиці 2

1	2
Метод персоналізації контенту	дозволяє користувачам навчатися за власним графіком та вибирати теми, які їх цікавлять; сприяє ефективному засвоєнню матеріалу, оскільки навчання адаптується до потреб кожного користувача; забезпечує вищий рівень мотивації, оскільки користувачі більше зацікавлені у вивченні тем, які їм потрібні.
Метод використанням аудіоматеріалів	з користувачі можуть слухати аудіоуроки під час переміщення, під час фізичної активності, що робить навчання мобільним і доступним у різних ситуаціях; аудіоконтент дозволяє користувачам поліпшувати навички аудіювання, розуміння мови та правильної вимови; аудіоуроки можуть бути більш концентрованими та спрямованими на основний матеріал, що допомагає уникнути розсіювання уваги, яке може бути спричинено відеоконтентом; аудіоматеріали відкривають доступ до навчання для тих, у кого обмежене візуальне сприйняття.
Метод мікронавчання	дозволяє користувачам вивчати новий матеріал в стислих інтервалах часу, що сприяє збереженню уваги і зменшенню втоми; короткі навчальні модулі легко вписуються в розклад занять та можуть бути використані «на ходу», що робить метод мобільним; надає можливість вивчати новий матеріал навіть при обмеженому часі; дозволяє сконцентруватися на важливих аспектах навчання, уникнути інформаційного перенасичення та запам'ятати ключову інформацію.
Метод з використанням тестування та зворотного зв'язку	дозволяє оцінювати, наскільки користувачі засвоїли матеріал та де потрібне покращення; на основі результатів тестів дозволяє надавати користувачам персоналізовані рекомендації та матеріали для вивчення слабких місць; зворотний зв'язок дає можливість користувачам отримати пояснення до неправильних відповідей та вдосконалити свої знання; тестування може стимулювати користувачів до активного навчання та прагнення досягнути кращих результатів.
Метод з використанням системи обговорень та спільноти	забезпечує можливість обговорення складних питань та отримання різних поглядів на матеріал; сприяє вирішенню проблем та уточненню незрозумілих аспектів навчального матеріалу; створює відчуття спільноти та підтримки, що підвищує мотивацію.
Метод з використанням User Research	забезпечує глибоке розуміння потреб і поведінки користувачів, можливість вивчити їхні вподобання та очікування; допомагає зрозуміти, як користувачі взаємодіють з додатком або веб-сайтом, це допомагає вирішенню проблем та збагаченню досвіду користувача, що може призвести до більшої задоволеності користувачів і підвищення їхньої лояльності; допомагає виявляти проблеми та помилки в інтерфейсі або функціональності до того, як вони стануть критичними, це може заощадити час і кошти на подальших виправленнях; розуміння потреб користувачів оптимізує процеси та функціональність застосунку, що може підвищити конверсію і прибутковість; допомагає перевірити гіпотези та ідеї, перш ніж вкладати ресурси у їх розробку, це може запобігти створенню продукту, який буде непопулярним серед користувачів.

Кінець таблиці 2

1	2
Метод з використанням регулярних повторень	ефективний в покращенні запам'ятовування, дозволяє користувачам ефективно засвоювати матеріал і утримувати його в пам'яті протягом тривалого періоду; завдяки систематичному повторенню користувачам не потрібно витрачати багато часу на повторне вивчення матеріалу, який вже був вивчений; може бути налаштованим під індивідуальні потреби користувача; вибір інтервалів повторень може залежати від складності матеріалу та інших факторів; користувачі зберігають більше інформації в довгостроковій пам'яті.

Таблиця 3

Недоліки методів розробки інтерфейсу

Метод розробки інтерфейсу	Недоліки методу
1	2
Метод з використанням гейміфікації	може занадто спрощувати складність досягнень.
Метод з використанням інтерактивних вправ	вимагає створення та підтримки багатофункціональних завдань, що може бути об'ємним за часом; не підходить для всіх видів навчального матеріалу та може бути неефективним у випадках, коли необхідно набути теоретичних знань без практичного застосування.
Метод з використанням мультимедійних матеріалів	вимагає наявності відповідних ресурсів для створення та підтримки мультимедійного контенту; може бути неефективним для користувачів з обмеженими можливостями або тих, хто віддає перевагу текстовому сприйняттю; потребує більшого обсягу пропускну здатності для завантаження мультимедійних файлів.
Метод з використанням аудіоматеріалів	відсутність зображень або текстового супроводу може ускладнити розуміння деяких концепцій або відповідності слів та їх вимови; поганий звук, шум або низька якість аудіо можуть негативно вплинути на сприйняття інформації; аудіофайли можуть мати більший об'єм даних порівняно з текстом, що може вимагати більшої пропускну здатності для їх завантаження; у порівнянні з іншими методами розробки інтерфейсу, аудіоуроки можуть бути менш інтерактивними та менше підходити для вправ та тестів.
Метод персоналізації контенту	вимагає розробки та підтримки індивідуальних навчальних матеріалів, що може бути ресурсовитратним; може стати складним у випадках, коли потрібно відслідковувати та оцінювати прогрес кожного користувача окремо; необхідний високий рівень персоналізації, щоб забезпечити ефективність методу.
Метод мікронавчання	в обмеженому часі мікронавчання не завжди дозволяє розглянути тему або матеріал достатньо повно; якість навчального контенту важлива, оскільки короткі сесії вимагають якісного інформаційного матеріалу; деякі теми можуть вимагати тривалих інтервалів навчання й поглибленого вивчення.

Кінець таблиці 3

1	2
Метод з використанням тестування та зворотного зв'язку	тестування може викликати стрес у деяких користувачів, особливо якщо вони відчувають переважаність або низьку впевненість у собі; формати тестів можуть бути обмеженими і не завжди відображати всі можливі аспекти матеріалу; для ефективного використання методу потрібна система оцінювання відповідей, що може бути ресурсовитратним завданням; деякі користувачі можуть завищувати свої знання або підсвідомо обирати легші тести, що може впливати на об'єктивність результатів.
Метод з використанням системи обговорень та спільноти	вимагає модерації та контролю, оскільки може виникати небажана агресія або недружелюбне спілкування серед користувачів; не завжди ефективний для навчання, оскільки якість інформації може варіюватися; деякі користувачі можуть не відчувати себе комфортно у спільноті або не бажати спілкуватися з іншими.
Метод з використанням User Research	результати дослідження можуть бути суб'єктивними і залежати від інтерпретації дослідників, це може вплинути на об'єктивність даних.
Метод з використанням User Research	обробка та інтерпретація результатів дослідження може бути складним завданням, особливо у випадку великої кількості даних; у деяких випадках користувачі можуть невідповідально ставитись до дослідження або надавати неправдиву інформацію, що може спотворити результати дослідження; проведення User Research вимагає участі досвідчених спеціалістів, які знають, як правильно ставити питання і аналізувати отримані дані.
Метод з використанням регулярних повторень	вимагає дисципліни з боку користувача, оскільки важливо вчасно виконувати повторення; недотримання графіку може знизити ефективність методу; налаштування оптимальних інтервалів для повторень може вимагати експертного знання або використання спеціалізованих інструментів; підходить для вивчення фактичних даних та визначень, але може бути неефективним для вивчення складних концепцій або творчих навичок; для деяких користувачів постійні повторення можуть виглядати монотонно, що може вплинути на мотивацію навчання.

Базуючись на наведених у табл. 1-3 результатах, можна зробити такі висновки:

а) з розглянутої множини методів розробки інтерфейсу найрелевантнішим визначеним критерієм є метод з використанням User Research, але його релевантність недостатня для однозначного вибору цього методу для розробки Mobile UI (відповідає тільки трьом з п'яти критеріїв);

б) переважна більшість проаналізованих методів розробки інтерфейсу (окрім методу з використанням системи обговорень та спільноти і методу з використанням тестування та зворотного зв'язку) мають однаково низьку релевантність визначеним критерієм (відповідають двом з п'яти критеріїв), недостатню для обґрунтованого вибору цих методів для розробки Mobile UI;

в) метод з використанням системи обговорень та спільноти і метод з використанням тестування та зворотного зв'язку мають найменшу релевантність визначеним критерієм (відповідають одному з п'яти критеріїв), що перешкоджає обґрунтованому вибору цих методів для розробки Mobile UI.

Ці висновки надають можливість стверджувати, що спосіб вирішення задачі визначення та планування дій відносно необхідних методів розробки Mobile UI, який

базується на аналізі переваг і недоліків кожного з методів без врахування думок представників усіх стейкхолдерів, не дає об'єктивно обґрунтованого бажаного результату. Тому проведення досліджень моделей і методів вирішення задачі вибору підмножини методів розробки Mobile UI, що враховували б вимоги та особливості усіх стейкхолдерів ІТ-проєкту створення мобільних застосунків для вивчення мов, слід вважати актуальним як в теоретичному, так і в прикладному аспектах.

3. Мета і задачі дослідження

Метою даного дослідження є розробка способу вирішення задачі визначення та планування дій відносно необхідних методів розробки Mobile UI, який враховував би відношення до цих методів усіх стейкхолдерів ІТ-проєкту розробки мобільного застосунку для вивчення мов. Застосування цього способу дозволить покращити об'єктивність вирішення даної задачі в ІТ-проєктах, управління якими здійснюється із застосуванням Agile та гібридних методологій.

Для досягнення цієї мети у дослідженні вирішуються такі задачі:

- адаптація методу експертного оцінювання до особливостей вирішення задачі визначення та планування дій відносно необхідних методів розробки Mobile UI;
- апробація отриманих результатів в процесі розробки UI мобільного застосунку для вивчення мов.

4. Матеріали і методи дослідження

Об'єктом дослідження є задача визначення та планування дій відносно необхідних забезпечуючих систем та послуг. Ця задача розглядається як частина діяльності «Підготовка до реалізації» процесу реалізації елементів ІТ-продукту як системи [2]. Предметом дослідження є методи вирішення даної задачі для визначення та планування дій відносно необхідних методів розробки Mobile UI.

Головна особливість даного дослідження полягає у необхідності під час вирішення задачі визначення та планування дій відносно необхідних методів розробки Mobile UI враховувати потреби та вимоги не тільки виконавців ІТ-проєкту розробки мобільного застосунку, а й інших стейкхолдерів цього проєкту. Тому основна гіпотеза даного дослідження полягає у визнанні відсутності переваг кількісних оцінок методів розробки Mobile UI, визначених представниками розробників мобільного застосунку, перед такими ж оцінками, визначеними представниками майбутніх користувачів цього застосунку.

Для здійснення порівняльної оцінки методів розробки інтерфейсу пропонується використати метод експертної оцінки, залучаючи в ролі експертів як команду розробки застосунку, так і користувачів. Цей метод включає у себе вирішення завдань експертами, їхню аргументацію, визначення кількісних оцінок та подальшу обробку цих оцінок за допомогою формальних методів [19].

Існують різні форми визначення кількісних оцінок досліджуваних методів розробки Mobile UI, такі як дискусія, анкетування, інтерв'ю, мозковий штурм, нарада тощо. Іноді різні форми використовуються в комплексі.

При обробці оцінок експертів для отримання узагальненої інформації про досліджуваний об'єкт або явище, а також для формування рішення, що відповідає меті експертизи, використовують різні методи обробки індивідуальних оцінок. Вибір конкретного методу залежить від складності проблеми, форми представлення експертних оцінок і загальної мети експертизи.

Під час обробки експертних оцінок вирішуються такі завдання:

- формування узагальненої експертної оцінки (зібрані індивідуальні оцінки експертів об'єднуються для створення узагальненої інформації про досліджуваний об'єкт або явище);

– визначення відносних ваг об'єктів (оцінки експертів, в залежності від їхньої кваліфікації або досвіду, можуть мати різну вагу, тому методи визначення відносних ваг допомагають враховувати індивідуальні властивості експертів);

– встановлення ступеня узгодженості думок експертів (для забезпечення надійності узагальнених результатів важливо визначити ступінь узгодженості думок між експертами, тому це може бути важливою інформацією для подальшого аналізу та прийняття рішень).

Для вирішення цих завдань та врівноваження різноманітних експертних оцінок часто використовуються методи математичної статистики [20]. Зазвичай для формування узагальненої оцінки для забезпечення більшої стійкості узагальненої експертної оцінки можна використати:

– метод середніх арифметичних рангів;

– метод медіан рангів.

Метод середніх арифметичних рангів дозволяє обчислювати середнє арифметичне рангів, що були присвоєні об'єктам, за формулою:

$$\bar{x} = \left(\frac{1}{m} \right) \sum_{j=1}^m x_j, \quad (1)$$

де $\bar{x}$ – середнє арифметичне оцінок групи експертів; x_j – оцінка j -го експерта, $j = \overline{1, m}$; m – кількість експертів.

За середніми рангами будується підсумковий ранжований ряд, упорядкований за зростанням середніх рангів.

Метод медіан рангів можна використати таким чином:

– для одного об'єкта відзначаються ранги, отримані експертами, і розташовуються в порядку зростання;

– медіаною призначається оцінка, для якої кількість експертів, що отримали більший ранг, дорівнює кількості експертів, що отримали менший ранг, тобто визначається значення рангу, розташоване на центральному місці всієї послідовності рангів;

– за медіанами рангів будується підсумковий ранжований ряд, упорядкований за зростанням медіан, тобто чим менша медіана рангу, тим кращий об'єкт.

Для більшої об'єктивності та стійкості узагальненої експертної оцінки рекомендується використовувати обидва методи одночасно.

Суб'єктивізм особи, яка вибирає метод обробки вихідних експертних оцінок, може впливати на загальні висновки, тому використання обох розглянутих методів дозволяє отримати повніший та збалансованіший результат.

Для визначення ваги кожного з досліджуваних об'єктів пропонується використовувати такий алгоритм.

Крок 1. Розрахунок ваги кожного об'єкта для кожного експерта за формулою:

$$w_{ij} = \left(\frac{1}{n} \right) \sum_{i=1}^n x_{ij}, \quad (2)$$

де w_{ij} – вага i -го об'єкта, розрахована за оцінками j -го експерта; x_{ij} – оцінка об'єкта i , яка дається j -им експертом; n – кількість об'єктів, що порівнюються.

Крок 2. Розрахунок середньої ваги кожного об'єкта за формулою:

$$w_i = \left(\frac{1}{m} \right) \sum_{j=1}^m w_{ij}, \quad (3)$$

де w_{ij} – вага i -го об'єкта, розрахована за оцінками j -го експерта; w_i – середня вага i -го об'єкта; n – кількість експертів.

Отримані таким чином ваги можна використовувати для подальших розрахунків або для прийняття рішень щодо важливості кожного об'єкта з множини об'єктів, яка розглядається.

Визначення рівня узгодженості або розбіжностей між оцінками різних експертів є важливою частиною групової експертизи. Для цього можна використовувати різні метрики або методи. Однією з таких метрик є коефіцієнт конкордації. Він дозволяє визначити міру згоди або узгодженості між різними оцінками, наданими експертами. Цей коефіцієнт приймає значення від 0 до 1, де 0 означає повну відсутність згоди, а 1 – повну узгодженість [20].

Розрахунок коефіцієнту конкордації W має здійснюватися за формулою:

$$W = \frac{12 * S}{m^2(n^3 - n)}, \quad (4)$$

де $S = \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^m x_{ij} - \frac{1}{2} m(n+1) \right]^2$; m – кількість експертів; n – кількість об'єктів, що порівнюються.

5. Результати дослідження

5.1. Результати адаптації методу експертного оцінювання до особливостей вирішення задачі визначення та планування дій відносно необхідних методів розробки Mobile UI застосунку для вивчення мов

Основну увагу під час адаптації методу експертного оцінювання до особливостей вирішення задачі визначення та планування дій відносно необхідних методів розробки Mobile UI застосунку для вивчення мов слід було приділити вибору методу збору оцінок окремих експертів. Для цього запропоновано створити опитувальники для обох груп експертів (користувачів і команди розробки).

Питання для цих опитувальників відносно методів, які аналізуються, для користувачів застосунку та команди його розробників було запропоновано сформувати окремо.

Сформований опитувальник для користувачів мобільного застосунку представлено в табл. 4. Сформований опитувальник для представників команди розробки мобільного застосунку представлено в табл. 5.

В опитувальнику для користувачів для кожного методу розробки інтерфейсу представлено конкретні питання, спрямовані на оцінку його зручності, ефективності та задоволення від взаємодії. Індивідуальні оцінки для кожного методу надаються за шкалою від 1 до 10, де 1 вказує на найменший рівень задоволення, а 10 – на найвищий [21].

В опитувальнику для користувачів для кожного методу розробки інтерфейсу представлено конкретні питання, спрямовані на оцінку його технічної складності, вартості реалізації, можливостей майбутнього розширення та підтримки. Оцінки також надаються за шкалою від 1 до 10, проте з урахуванням технічних аспектів розробки, де 1 вказує на низьку складність реалізації функціоналу, а 10 – на високу.

Таблиця 4

Сформований опитувальник для користувачів мобільного застосунку

Номер питання	Питання
1	2
Метод з використанням гейміфікації	
П1	Як впливає можливість отримання балів та винагород у вигляді досягнень на вашу мотивацію вивчати іноземну мову?
П2	Чи хотіли б ви змагатися з іншими користувачами для покращення ваших здібностей вивчення мови?
Метод з використанням інтерактивних вправ	
П3	Чи хотіли б ви вирішувати інтерактивні вправи для покращення розуміння іноземної мови?
П4	Наскільки інтерактивні вправи сприяють вашому зануренню в навчання мови?
Метод з використанням мультимедійних матеріалів	
П5	Як впливає використання аудіо- та відеоматеріалів на ваше сприйняття та вивчення іноземної мови?
П6	Чи полегшує перегляд навчальних матеріалів освоєння вимови та нюансів іноземної мови?
Метод з використанням персоналізації контенту	
П7	Наскільки важливо для вас самому підбирати види завдань, складність і підходи до вивчення іноземних мов?
П8	Чи сприяє персоналізація контенту вашому індивідуальному прогресу у вивченні мови?
Метод з використанням системи обговорень та спільноти	
П9	Як впливає участь у форумах та обговореннях на ваше розуміння та використання іноземної мови?
П10	Чи покращує обмін досвідом та порадами з іншими користувачами ваші мовні навички?
Метод з використанням подкастів та аудіоуроків	
П11	Як впливає прослуховування подкастів та аудіоуроків на ваше вивчення мови?
П12	Чи полегшує можливість слухати носіїв мови розуміння інтонації та вимови?
Метод з використанням мікронавчання	
П13	Як ви оцінюєте ефективність мікрівправ для вивчення нових слів або граматичних правил?
П14	Чи полегшує можливість вивчення мови у невеликих порціях засвоєння матеріалу?
Метод з використанням регулярних повторень	
П15	Як оцінюєте регулярні повторення для закріплення навчального матеріалу?
П16	Як часто використовуєте повторення для закріплення вивченого матеріалу?

Кінець таблиці 4

1	2
Метод з використанням тестування та зворотного зв'язку	
П17	Чи хотіли б ви тестувати новий функціонал для вивчення мов?
П18	Як ви оцінюєте важливість зворотного зв'язку для вашого подальшого вивчення?
Метод з використанням User Research	
П19	Наскільки ви вважаєте важливим залучення користувачів до досліджень та опитувань під час створення та подальшого розвитку додатку?
П20	Чи сприяє покращенню якості навчального процесу врахування потреб та думок користувачів у процесі розробки?

Таблиця 5

Сформований опитувальник для представників команди розробки мобільного застосунку

Номер питання	Питання
1	2
Метод з використанням гейміфікації	
П1	Яка складність реалізації функціоналу отримання балів та винагород у вигляді досягнень?
П2	Яка складність реалізації функціоналу змагання користувачів між собою?
Метод з використанням інтерактивних вправ	
П3	Яка складність реалізації функціоналу інтерактивних вправ, що виконуються?
П4	Яка складність реалізації функціоналу виконання інтерактивних вправ різного рівня складності, різних видів та різного рівня цікавості?
Метод з використанням мультимедійних матеріалів	
П5	Яка складність реалізації функціоналу використання аудіо- та відеоматеріалів?
П6	Яка складність реалізації функціоналу перегляду навчальних матеріалів?
Метод з використанням персоналізації контенту	
П7	Яка складність реалізації функціоналу вибору виду завдань, складності і підходів до вивчення іноземних мов?
П8	Яка складність реалізації функціоналу персоналізації контенту?
Метод з використанням системи обговорень та спільноти	
П9	Яка складність реалізації функціоналу участі користувачів у форумах та обговореннях?
П10	Яка складність реалізації функціоналу обміну особистими повідомленнями між користувачами?

Кінець таблиці 5

1	2
Метод з використанням подкастів та аудіоуроків	
П11	Яка складність реалізації функціоналу прослуховування подкастів та аудіоуроків?
П12	Яка складність реалізації функціоналу прослуховування аудіоносіїв мови, якщо робиться акцент на інтонацію та вимову?
Метод з використанням мікронавчання	
П13	Яка складність реалізації функціоналу мікрівправ для вивчення нових слів або граматичних правил?
П14	Яка складність реалізації функціоналу самостійного розподілу завдань, вправ та задач?
Метод з використанням регулярних повторень	
П15	Яка складність реалізації функціоналу регулярних повторень навчального матеріалу?
П16	Яка складність реалізації функціоналу закріплення вивченого матеріалу?
Метод з використанням тестування та зворотного зв'язку	
П17	Яка складність реалізації функціоналу надання доступу до тестування окремим користувачам?
П18	Яка складність реалізації функціоналу зворотного зв'язку?
Метод з використанням User Research	
П19	Яка складність реалізації функціоналу залучення користувачів до досліджень та опитувань?
П20	Яка складність реалізації функціоналу, якщо в процесі розробки враховуються потреби та думки користувачів?

5.2. Результати апробації адаптованого методу експертного оцінювання в процесі розробки UI мобільного застосунку для вивчення мов

З огляду на досліджувану предметну область, пов'язану з необхідністю і можливістю вивчення мов, UI відповідного мобільного застосунку може включати такі елементи, як відокремлені секції для різних мов, можливість вибору рівня складності, інтерактивні вправи та тестування, а також зручний механізм відстеження прогресу користувача. Тому під час вирішення задачі визначення та планування дій відносно необхідних методів розробки Mobile UI вдовольнитися вибором лише одного з методів розробки інтерфейсу стає принципово неможливим, оскільки жоден з цих методів не може забезпечити сам по собі реалізацію усієї сукупності потреб та вимог, які висуваються до Mobile UI цього застосунку.

Експертне оцінювання методів розробки Mobile UI застосунку для вивчення мов проводилося на етапі вибору і розробки концепції застосунку, при проведенні мозкового штурму та розробці ескізів. Узагальнена експертна оцінка формувалася з використанням середніх арифметичних рангів та медіан рангів за формулами (1)-(4). Для формування даних з експертного оцінювання було використано опитувальники користувачів та команди розробників, наведені в табл. 4 і табл. 5 відповідно.

Опитування для користувачів проходили 10 незалежних користувачів. Опитування для команди розробників проходили 5 експертів, серед яких були дизайнер, менеджер,

бізнес-аналітик, бекенд-розробник та фронтенд-розробник.

Результати опитування користувачів наведено в табл. 6.

Таблиця 6

Результати опитування користувачів мобільного застосунку з вивчення мов

Номер експерта	Метод з використанням гейміфікації		Метод з використанням інтерактивних вправ		Метод з використанням мультимедійних матеріалів		Метод з використанням персоналізації контенту		Метод з використанням системи обговорень та спільноти	
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10
1	9	9	9	9	2	2	9	8	1	3
2	10	8	10	10	3	4	9	10	3	3
3	10	8	9	8	3	1	8	9	5	5
4	8	9	9	8	2	3	9	9	5	2
5	9	9	9	9	5	4	10	9	3	1
6	8	10	9	10	1	3	8	10	2	4
7	10	9	10	9	3	5	10	9	3	1
8	10	9	9	8	2	4	10	8	2	3
9	9	10	8	9	5	2	10	9	4	5
10	8	9	8	10	5	1	9	10	2	1
Номер експерта	Метод з використанням подкастів та аудіоуроків		Метод з використанням мікронавчання		Метод з використанням регулярних повторень		Метод з використанням тестування та зворотного зв'язку		Метод з використанням User Research	
	П11	П12	П13	П14	П15	П16	П17	П18	П19	П20
1	9	9	9	8	10	9	4	3	10	8
2	10	10	10	9	8	10	5	2	10	9
3	9	8	10	10	8	8	1	1	10	8
4	9	8	8	8	10	9	5	4	8	9
5	9	9	8	9	9	9	1	4	8	9
6	9	10	10	8	8	9	3	5	8	10
7	10	8	8	9	10	10	3	1	8	9
8	9	8	9	8	8	9	2	4	8	9
9	8	9	9	8	9	10	5	2	10	8
10	8	10	10	8	10	9	5	5	9	10

Для детального відображення оцінок також представлено діаграму (див. рис. 1) з результатами опитування користувачів з кожного питання. На діаграмі представлено інформацію про питання, методи та загальну суму оцінок з кожного питання, які поставили експерти.

Результати обчислення узагальненої експертної оцінки з використанням середніх арифметичних рангів досліджуваних методів при опитуванні користувачів надані в табл. 7.

Результати обчислення узагальненої експертної оцінки методом медіан рангів досліджуваних методів надаються в табл. 8.

Рейтинг методів розробки інтерфейсу, сформований з використанням експертного оцінювання для користувачів, представлений у табл. 9.

Базуючись на даних, наведених у табл. 6 та табл. 7, було перевірено узгодженість ранжованих рядів з використанням коефіцієнта конкордації. Результати перевірки представлено в табл. 10.

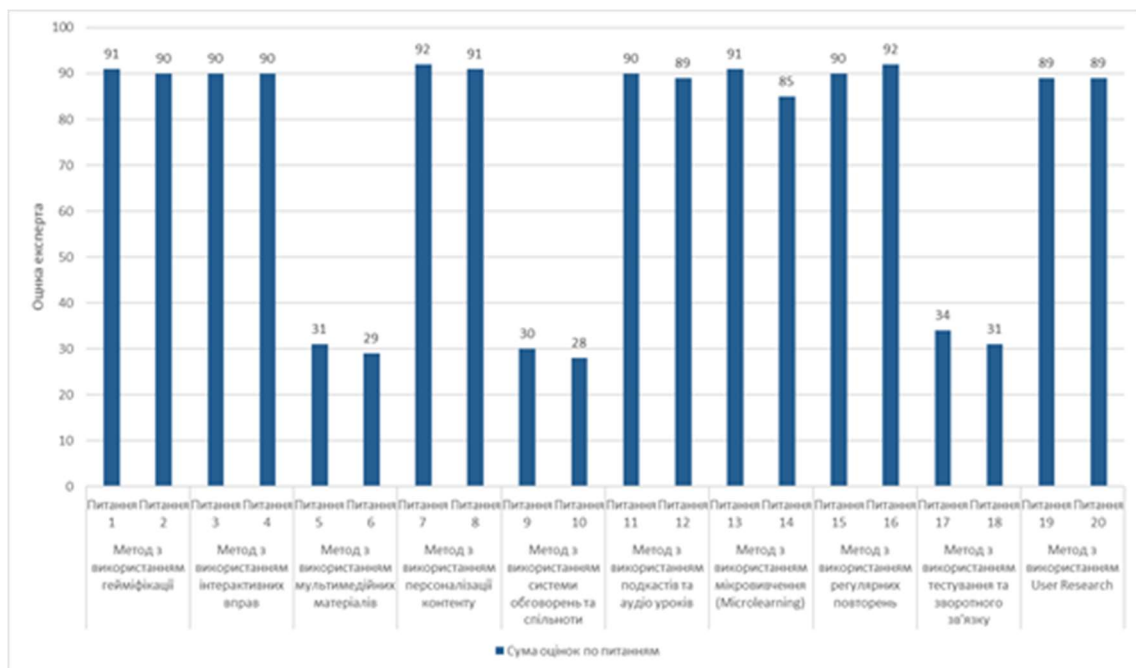


Рис. 1. Результати опитування користувачів з кожного питання

Таблиця 7

Результати обчислення узагальненої експертної оцінки з використанням середніх арифметичних рангів досліджуваних методів (для оцінок користувачів)

Досліджувані методи та питання	Метод з використанням гейміфікації		Метод з використанням інтерактивних вправ		Метод з використанням мультимедійних матеріалів		Метод з використанням персоналізації контенту		Метод з використанням системи обговорень та спільноти	
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сума рангів питань	91	90	90	90	31	29	92	91	30	28
Сума рангів методів	90,5		90		30		91,5		29	
Середній арифметичний ранг	9,05		9		3		9,15		2,9	
Підсумковий ранг	3		4		9		1		10	
Досліджувані методи та питання	Метод з використанням подкастів та аудіоуроків		Метод з використанням мікронавчання		Метод з використанням регулярних повторень		Метод з використанням тестування та зворотного зв'язку		Метод з використанням User Research	
	П11	П12	П13	П14	П15	П16	П17	П18	П19	П20
Сума рангів питань	90	89	91	85	90	92	34	31	89	89

Кінець таблиці 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сума рангів методів	89,5		88		91		32,5		89	
Середній арифметичний ранг	8,95		8,8		9,1		3,25		8,9	
Підсумковий ранг	5		7		2		8		6	

Таблиця 8

Результати обчислення узагальненої експертної оцінки методом медіан рангів досліджуваних методів (для оцінок користувачів)

Досліджувані методи та питання	Метод з використанням гейміфікації		Метод з використанням інтерактивних вправ		Метод з використанням мультимедійних матеріалів		Метод з використанням персоналізації контенту		Метод з використанням системи обговорень та спільноти	
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Медіана рангів питань	9,1	9	9	9	3,1	2,9	9,2	9,1	3	2,8
Медіана рангів за методом	9,05		9		3		9,15		2,9	
Підсумковий ранг	3		4		9		1		10	
Досліджувані методи та питання	Метод з використанням подкастів та аудіоуроків		Метод з використанням мікронавчання		Метод з використанням регулярних повторень		Метод з використанням тестування та зворотного зв'язку		Метод з використанням User Research	
	П11	П12	П13	П14	П15	П16	П17	П18	П19	П20
Медіана рангів питань	9	8,9	9,1	8,5	9	9,2	3,4	3,1	8,9	8,9
Медіана рангів за методом	8,95		8,8		9,1		3,25		8,9	
Підсумковий ранг	5		7		2		8		6	

Середня сума рангів становить 72,1 та сума квадрата відхилення становить 7431,9. Значення коефіцієнта конкордації $W \approx 0,901$ є близьким до 1, що вказує на узгодженість експертних оцінок.

Результати опитування команди розробників наведено в табл. 11.

Для детального відображення оцінок також представлено діаграму (див. рис. 2) з результатами опитування команди розробників з кожного питання.

Таблиця 9

Рейтинг методів розробки інтерфейсу, сформований з використанням експертного оцінювання для користувачів

№ у рейтингу	Назва методу
1	Метод з використанням персоналізації контенту;
2	Метод з використанням регулярних повторень;
3	Метод з використанням гейміфікації;
4	Метод з використанням інтерактивних вправ;
5	Метод з використанням подкастів та аудіоуроків;
6	Метод з використанням User Research;
7	Метод з використанням мікронавчання;
8	Метод з використанням тестування та зворотного зв'язку;
9	Метод з використанням мультимедійних матеріалів;
10	Метод з використанням системи обговорень та спільноти.

Таблиця 10

Результати розрахунків коефіцієнта конкордації при опитуванні користувачів

Дослід- жувані методи та питання	Метод з використан- ням гейміфікації		Метод з використанням інтерактивних вправ		Метод з використанням мультимедійних матеріалів		Метод з використан- ням персоналізації контенту		Метод з викори- станням системи обговорень та спільноти	
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сума рангів питань	91	90	90	90	31	29	92	91	30	28
Сума рангів методів	90,5		90		30		91,5		29	
Середній арифме- тичний ранг	9,05		9		3		9,15		2,9	
Відхилення від середньої суми	18,4		17,9		-42,1		19,4		-43,1	
Квадрат відхилення	338,56		320,41		1772,41		376,36		1857,61	
Дослід- жувані методи та питання	Метод з використан- ням подкастів та аудіоуроків		Метод з використанням мікронавчання		Метод з використанням регулярних повторень		Метод з використан- ням тестування та зворотного зв'язку		Метод з використан- ням User Research	
	П11	П12	П13	П14	П15	П16	П17	П18	П19	П20
Сума рангів питань	90	89	91	85	90	92	34	31	89	89
Сума рангів методів	89,5		88		91		32,5		89	

Кінець таблиці 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Середній арифметичний ранг	8,95		8,8		9,1		3,25		8,9	
Відхилення від середньої суми	17,4		15,9		18,9		-39,6		16,9	
Квадрат відхилення	302,76		252,81		357,21		1568,16		285,61	

Таблиця 11

Результати опитування команди розробників мобільного застосунку з вивчення мов

Номер експерта	Метод з використанням гейміфікації		Метод з використанням інтерактивних вправ		Метод з використанням мультимедійних матеріалів		Метод з використанням персоналізації контенту		Метод з використанням системи обговорень та спільноти	
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10
1	9	10	9	9	9	9	9	9	5	5
2	8	9	8	8	9	8	9	10	6	6
3	8	10	8	9	8	9	8	9	6	3
4	10	10	10	9	10	8	9	9	4	2
5	9	9	8	10	9	10	9	10	6	1
Номер експерта	Метод з використанням подкастів та аудіоуроків		Метод з використанням мікронавчання		Метод з використанням регулярних повторень		Метод з використанням тестування та зворотного зв'язку		Метод з використанням User Research	
	П11	П12	П13	П14	П15	П16	П17	П18	П19	П20
1	9	9	9	8	10	9	4	3	10	8
2	10	10	10	9	8	10	5	2	10	9
3	9	8	10	10	8	8	1	1	10	8
4	9	8	8	8	10	9	5	4	8	9
5	9	9	8	9	9	9	1	4	8	9

Результати обчислення узагальненої експертної оцінки з використанням середніх арифметичних рангів досліджуваних методів при опитуванні команди розробників наведено в табл. 12.

Результати обчислення узагальненої експертної оцінки методом медіан рангів методів наведено в табл. 13.

Рейтинг методів розробки інтерфейсу, сформований з використанням експертного оцінювання для команди розробників, наведено у табл. 14.

Базуючись на даних, наведених у табл. 11 та табл. 12, було перевірено узгодженість ранжованих рядів з використанням коефіцієнта конкордації. Результати перевірки представлені в табл. 15.

Значення коефіцієнта конкордації $W \approx 0,551$ є достатньо близьким до 1, що вказує на можливість визнання експертних оцінок узгодженими.

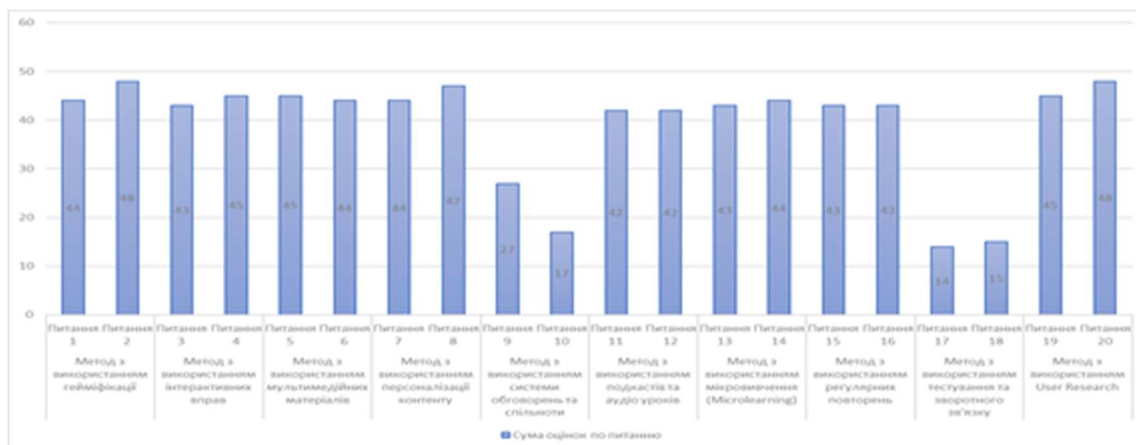


Рис. 2. Результати опитування команди розробників з кожного питання

Таблиця 12

Результати обчислення узагальненої експертної оцінки з використанням середніх арифметичних рангів досліджуваних методів (для оцінок команди розробників)

Дослід- жувані методи та питання	Метод з використанням гейміфікації		Метод з використанням інтерактивних вправ		Метод з використанням мультимедійних матеріалів		Метод з використанням персоналізації контенту		Метод з використанням системи обговорень та спільноти	
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10
Сума рангів питань	91	90	90	90	31	29	92	91	30	28
Сума рангів методів	46		44		44,5		45,5		22	
Середній арифме- тичний ранг	4,6		4,4		4,45		4,55		2,2	
Підсумко- вий ранг	2		5		4		3		9	
Дослід- жувані методи та питання	Метод з використанням подкастів та аудіоуроків		Метод з використанням мікронавчання		Метод з використанням регулярних повторень		Метод з використанням тестування та зворотного зв'язку		Метод з використанням User Research	
	П11	П12	П13	П14	П15	П16	П17	П18	П19	П20
Сума ран- гів питань	90	89	91	85	90	92	34	31	89	89
Сума рангів методів	42		43,5		43		14,5		46,5	
Середній арифме- тичний ранг	4,2		4,35		4,3		1,45		4,65	
Підсум- ковий ранг	8		6		7		10		1	

Таблиця 13

Результати обчислення узагальненої експертної оцінки методом медіан рангів досліджуваних методів (для оцінок команди розробників)

Дослід- жувані методи та питання	Метод з використанням гейміфікації		Метод з використанням інтерактивних вправ		Метод з використанням мультимедійних матеріалів		Метод з використанням персоналізації контенту		Метод з використанням системи обговорень та спільноти	
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10
Медіана рангів питань	8,8	9,6	8,6	9	9	8,8	8,8	9,4	5,4	3,4
Дослід- жувані методи та питання	Метод з використанням гейміфікації		Метод з використанням інтерактивних вправ		Метод з використанням мультимедійних матеріалів		Метод з використанням персоналізації контенту		Метод з використанням системи обговорень та спільноти	
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10
Медіана рангів за методом	9,2		8,8		8,9		9,1		4,4	
Підсум- ковий ранг	2		5		4		3		9	
Дослід- жувані методи та питання	Метод з використанням подкастів та аудіоуроків		Метод з використанням мікронавчання		Метод з використанням регулярних повторень		Метод з використанням тестування та зворотного зв'язку		Метод з використанням User Research	
	П11	П12	П13	П14	П15	П16	П17	П18	П19	П20
Медіана рангів питань	8,4	8,4	8,6	8,8	8,6	8,6	2,8	3	9	9,6
Медіана рангів за методом	8,4		8,7		8,6		2,9		9,3	
Підсум- ковий ранг	8		6		7		10		1	

Результати вирішення задачі визначення та планування дій відносно необхідних методів розробки Mobile UI для мобільного застосунку з вивчення мов наведено у табл. 16. Ці результати представлені у вигляді підсумкового рейтингу методів розробки інтерфейсу, в якому враховано отримані результати визначення рейтингу цих методів з точок зору користувачів та команди розробників.

За результатами, наведеними у табл. 16, для використання у процесі розробки Mobile UI слід рекомендувати:

Таблиця 14

Рейтинг методів розробки інтерфейсу, сформований з використанням експертного оцінювання для команди розробників

№ у рейтингу	Назва методу
1	Метод з використанням User Research;
2	Метод з використанням гейміфікації;
3	Метод з використанням персоналізації контенту;
4	Метод з використанням мультимедійних матеріалів;
5	Метод з використанням інтерактивних вправ;
6	Метод з використанням мікронавчання;
7	Метод з використанням регулярних повторень;
8	Метод з використанням подкастів та аудіоуроків;
9	Метод з використанням системи обговорень та спільноти;
10	Метод з використанням тестування та зворотного зв'язку.

Таблиця 15

Результати розрахунків коефіцієнта конкордації при опитуванні команди розробників

Дослід- жувані методи та питання	Метод з використанням гейміфікації		Метод з використанням інтерактивних вправ		Метод з використанням мультимедійних матеріалів		Метод з використанням персоналізації контенту		Метод з використанням системи обговорень та спільноти	
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10
Сума рангів питань	44	48	43	45	45	44	44	47	27	17
Сума рангів методів	90,5		90		30		91,5		29	
Дослід- жувані методи та питання	Метод з використанням гейміфікації		Метод з використанням інтерактивних вправ		Метод з використанням мультимедійних матеріалів		Метод з використанням персоналізації контенту		Метод з використанням системи обговорень та спільноти	
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10
Середній арифме- тичний ранг	46		44		44,5		45,5		22	
Відхи- лення від середньої суми	6,85		4,85		5,35		6,35		-17,15	
Квадрат відхи- лення	46,9225		23,5225		28,6225		40,3225		294,1225	

Кінець табл. 15

Дослід- жувані методи та питання	Метод з використанням подкастів та аудіоуроків		Метод з використанням мікронавчання		Метод з використанням регулярних повторень		Метод з використанням тестування та зворотного зв'язку		Метод з використанням User Research	
	П11	П12	П13	П14	П15	П16	П17	П18	П19	П20
Сума рангів питань	42	42	43	44	43	43	14	15	45	48
Сума рангів методів	89,5		88		91		32,5		89	
Середній арифме- тичний ранг	42		43,5		43		14,5		46,5	
Відхи- лення від середньої суми	2,85		4,35		3,85		-24,65		7,35	
Квадрат відхи- лення	8,1225		18,9225		14,8225		607,6225		54,0225	

Таблиця 16

Результати визначення підсумкового рейтингу методів розробки інтерфейсу мобільного застосунку з вивчення мов з точок зору користувачів та команди розробників

Назва методу	Рейтинг користува- чів	Рейтинг команди розробників	Сума рейтингів користувачів та команди розробників	Підсумковий рейтинг методу
Метод з використанням персоналізації контенту	1	3	4	1
Метод з використанням гейміфікації	3	2	5	2
Метод з використанням User Research	6	1	7	3
Метод з використанням регулярних повторень	2	7	9	4-5
Метод з використанням інтерактивних вправ	4	5	9	4-5
Метод з використанням подкастів та аудіоуроків	5	8	13	6-8
Метод з використанням мікронавчання	7	6	13	6-8
Метод з використанням мультимедійних матеріалів	9	4	13	6-8
Метод з використанням тестування та зворотного зв'язку	8	10	18	9
Метод з використанням системи обговорень та спільноти	10	9	19	10

а) як підмножину методів розробки інтерфейсу, що викликають найбільше задоволення усіх стейкхолдерів, – метод з використанням персоналізації контенту та метод з використанням гейміфікації;

б) як додаткову підмножину методів розробки інтерфейсу, які слід задіяти у випадках, коли застосування методів з першої підмножини не дає бажаного ефекту, – метод з використанням User Research, метод з використанням регулярних повторень та метод з використанням інтерактивних вправ.

6. Обговорення результатів дослідження

Адаптований до особливостей вирішення задачі визначення та планування дій відносно необхідних методів розробки Mobile UI метод експертного оцінювання дозволяє визначити кількісні оцінки доцільності застосування в процесі розробки Mobile UI окремих методів розробки інтерфейсу. На відміну від існуючих методів вирішення цієї задачі, метод експертного оцінювання дозволяє враховувати оцінки зазначених методів як з боку користувачів мобільного застосунку, так і з боку представників команди розробника цього застосунку. Ця відмінність дає змогу враховувати в процесі розробки мобільного застосунку рекомендації не тільки команди розробників, а й інших стейкхолдерів відповідного ІТ-проєкту, що дає змогу покращити вирішення задачі визначення та планування дій відносно необхідних методів розробки Mobile UI в умовах використання для управління ІТ-проєктами Agile та гібридних методологій.

Використання запропонованого у дослідженні методу експертного оцінювання для вирішення задачі формування і класифікації RFC дає змогу автоматизувати вирішення відповідних задач під час виконання діяльності, пов'язаних з підготовкою до виконання процесів життєвого циклу мобільного застосунку. Відповідна інформаційна технологія є, значною мірою, універсальною, оскільки для різних процесів та діяльності будуть розрізнятися тільки питання опитувальників, а не алгоритми та моделі обробки зібраних даних.

Як головні недоліки отриманих результатів дослідження треба вказати:

а) необхідність задіяти для обробки отриманих результатів опитування спеціальну групу фахівців, відволікаючи їх від виконання інших робіт ІТ-проєкту;

б) відсутність рекомендацій з визначення, яким саме методом формування узагальненої оцінки користуватися краще;

в) відсутність рекомендацій з пошуку компромісного рішення задачі, яке максимально можливою мірою вдовольнило б усіх стейкхолдерів ІТ-проєкту.

Виходячи з цих недоліків, головним напрямом подальших досліджень в галузі управління підготовкою до виконання процесів життєвого циклу ІТ-продукту слід визнати дослідження можливостей застосування моделей і методів пошуку компромісних рішень з вибору обмежених підмножин інструментів виконання діяльності процесів життєвого циклу за результатами кількісного оцінювання існуючих альтернатив. Дослідження цих можливостей дозволить автоматизувати вирішення задачі визначення та планування дій відносно необхідних забезпечуючих систем та послуг, використовуючи відомий механізм отримання так званих «фідбеків» від усіх стейкхолдерів відповідного ІТ-проєкту.

7. Висновки

Під час виконання даного дослідження було отримано рішення задачі визначення та планування дій відносно необхідних методів розробки Mobile UI для мобільного застосунку. Основою цього рішення є метод експертного оцінювання, адаптований до особливостей порівняння та вибору підмножини методів розробки інтерфейсу, які рекомендується використовувати під час розробки Mobile UI. В процесі адаптації було розроблено опитувальники для користувачів та команди розробки мобільного застосунку

як основних стейкхолдерів ІТ-проєкту створення подібного застосунку.

Адаптований метод експертного оцінювання було апробовано в процесі вирішення задачі визначення та планування дій відносно необхідних методів розробки Mobile UI для мобільного застосунку з вивчення мов. Результати апробації показали, що найкращими для усіх стейкхолдерів цього ІТ-проєкту є метод з використанням персоналізації контенту та метод з використанням гейміфікації. У випадках, коли ці методи можуть не дати очікувані результати, обмежену підмножину рекомендованих методів запропоновано розширити шляхом додавання до неї методу з використанням User Research, методу з використанням регулярних повторень та методу з використанням інтерактивних вправ.

Результати дослідження дозволяють отримувати рішення задачі визначення та планування дій відносно необхідних методів розробки Mobile UI для ІТ-проєктів розробки мобільних застосунків за умови, що управління цими проєктами здійснюється на основі Agile та гібридних методологій.

Перелік посилань:

1. ДСТУ ISO/IEC/IEEE 15288:2016 Інженерія систем і програмного забезпечення. Процеси життєвого циклу систем (ISO/IEC/IEEE 15288:2015, IDT). [Чинний від 2018-10-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2018. 80 с.
2. Настанова до Зводу знань з управління проєктами. Настанова PMBOK. Сьоме видання. Стандарт з управління проєктами. Project Management Institute, Inc., 14 Campus Boulevard Newtown Square, Pennsylvania 19073-3299 USA, 2021. 370 с.
3. Мобільні інформаційні системи [Електронний ресурс]: опорн. консп. лекцій / уклад. Н. Г. Яцків. Тернопіль : THEU, 2016. 60 с. URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/handle/316497/25381>
4. Clark J. Designing for Touch. 2015. 169 p.
5. Nalwaya A., Paul A. React Native for Mobile Development: Harness the Power of React Native to Create Stunning iOS and Android Applications. APress, 2019. 237 p.
6. Мобільний веб-додаток, який тип обрати для розробки. *WEB(CASE)*. URL: <https://webcase.com.ua/uk/blog/cho-takoe-mobilnoe-web-prilozhenie/> (дата звернення: 28.09.2024).
7. Raskin J. The Humane Interface: New Directions for Designing Interactive Systems. Addison-Wesley Professional. 2000. 233 p.
8. 12 best language exchange apps and websites in 2024. *Preply Blog*. URL: <https://preply.com/en/blog/language-exchange-app/> (дата звернення: 28.09.2024).
9. Блинова Н.М., Кирилова О.В., Долженко М.В. Дидактичний потенціал мобільних застосунків для вивчення англійської мови як іноземної. Вісник університету ім. Альфреда Нобеля. Серія «Педагогіка і психологія». Педагогічні науки, 2023, №1 (25). С. 184-193.
10. User interface це не просто прикраса продукту. *FoxmindEd*. URL: <https://foxminded.ua/user-interface-tse/> (дата звернення: 28.09.2024).
11. Васильцова Н.В., Бурковська А.С. Аналіз структури та методів побудови інтерфейсів мобільних застосунків для користувачів веб-сайтів вивчення мов. *Proceedings of the XV International Scientific and Practical Conference «Distance education as the main problem of young people»* (December 26 - 29, 2023) Madrid, Spain: International Science Group. 2023. P. 293-302. URL: <https://isg-konf.com/distance-education-as-the-main-problem-of-young-people/>
12. Інтерфейс мобільних додатків: ключові принципи, критерії оцінки та помилки. *Wezom*. URL: <https://wezom.com.ua/ua/blog/dizajn-interfejsov-mobilnyh-prilozhenij> (дата звернення: 28.09.2024).
13. Microlearning: як просто та ефективно організувати навчання для команди. *Cases Media*. 2023. URL: <https://cases.media/article/microlearning-yak-prosto-ta-efektivno-organizuvati-navchannya-dlya-komandi> (дата звернення: 28.09.2024).
14. The Power of Customer Feedback in Improving Website Performance. *SurveySensum*. 2023. URL: <https://www.surveysensum.com/blog/power-of-customer-feedback> (дата звернення: 28.09.2024).
15. Common UI Elements and How to Use them in Mobile App Development. *CodeCoda*. 2021. URL: <https://codecoda.com/en/blog/entry/common-ui-elements-and-how-to-use-them-in-mobile-app-development> (дата звернення: 28.09.2024).
16. Mobile App Architecture & HoW To Start Building One. *Intellectsoft*. 2023. URL: <https://www.intellectsoft.net/blog/mobile-app-architecture/> (дата звернення: 28.09.2024).
17. In-App Survey Design: Tips, Best Practices And Great Examples From SaaS. *Userpilot Blog*. 2022. URL: <https://userpilot.com/blog/in-app-survey-design-best-practices/> (дата звернення: 28.09.2024).

18. Gamification in Education: Benefits, Risks, Examples. *KeenEthics*. 2023. URL: <https://keenethics.com/blog/simulation-gamification-of-education> (дата звернення: 28.09.2024).
19. Paired Comparison (Methods, Examples, Tools). *OpinionX*. 2020. URL: <https://www.opinionx.co/research-method-guides/paired-comparison> (дата звернення: 28.09.2024).
20. Пономарьов А.В. Встановлення узгодженості результатів експертного оцінювання / А.В. Пономарьов, науковий керівник – доцент Козлов Ю.В. *Радіоелектроніка і молодь у XXI столітті : матеріали 25-го Міжнар. молодіжн. форуму, 20-22 квітня 2021 р.* Харків : ХНУРЕ, 2021. Т. 4. С. 165–166.
21. Labijak-Kowalska A., Kadziński M. Experimental comparison of results provided by ranking methods in Data Envelopment Analysis. *Expert Systems with Applications*. 2021. Vol. 173, № 114739. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.114739>

Надійшла до редколегії 24.06.2024 р.

Васильцова Наталія Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри ІУС ХНУРЕ, м. Харків, Україна, e-mail: natalia.vasytsova@nure.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4043-487X> (науковий керівник здобувачки вищої освіти Бурковської Анни Сергіївни).

Бурковська Анна Сергіївна, здобувачка вищої освіти, група ІУСТМ-22-1, факультет комп'ютерних наук, ХНУРЕ, м. Харків, Україна, e-mail: anna.burkovska@nure.ua

УДК 004.8:004.9

DOI: 10.30837/0135-1710.2024.182.066

С.Ф. ЧАЛИЙ, І.О. ЛЕЩИНСЬКА

УТОЧНЕННЯ МЕНТАЛЬНОЇ МОДЕЛІ РІШЕННЯ НА ОСНОВІ ДОПОВНЕННЯ ВХІДНИХ ДАНИХ В ЗАДАЧІ ФОРМУВАННЯ ПОЯСНЕНЬ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІЙ СИСТЕМІ

Предметом дослідження є процес побудови ментальної моделі рішення для користувача інтелектуальної системи. Метою є розробка підходу до уточнення ментальної моделі користувача на основі принципу доповнення вхідних даних для того, щоб врахувати як позитивні, так і негативні аспекти рішення. Структуровано принцип доповнення вхідних даних з урахуванням особливостей формування пояснень в інтелектуальних системах. Запропоновано метод уточнення ментальної моделі рішення на основі доповнення вхідних даних. Метод включає етапи виявлення властивостей рішення, оцінки їхньої важливості, доповнення моделі та балансування позитивних і негативних аспектів рішення. Метод орієнтований на побудову пояснень, які враховують як переваги, так і обмеження рішення, що підвищує довіру користувачів до рішень інтелектуальних систем.

1. Вступ

Інтелектуальні інформаційні системи (ІС) використовують методи машинного навчання для аналізу даних та прийняття рішень. Проте через складність і непрозорість алгоритмів машинного навчання користувачі не завжди можуть зрозуміти, яким чином система дійшла кінцевого рішення. Це може привести до зниження довіри до ІС [1]. Для вирішення даної проблеми в галузі штучного інтелекту активно розвивається науковий напрямок пояснювального штучного інтелекту (Explainable Artificial Intelligence – XAI), орієнтований на розробку моделей і методів, що забезпечують прозорість та зрозумілість рішень для користувачів [2].

Однією із задач, що вирішуються в рамках побудови пояснень у XAI, є узгодження пояснення з ментальною моделлю користувача. Ментальна модель – це відображення зовнішньої реальності в свідомості людини. Таке відображення допомагає людині зрозуміти та інтерпретувати навколишні події [3]. У контексті ІС ментальна модель має відображати вхідні дані та рішення системи таким чином, щоб користувач міг їх коректно інтерпретувати та зрозуміти, як їх використовувати для вирішення практичних задач у