

УДК 004:42

# МОДЕЛЬ ВИБОРУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РОЗРОБКИ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ В УМОВАХ НЕЧІТКОЇ ІНФОРМАЦІЇ

К.т.н. Н.Ю. Філь, О.С. Волошин, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

*В роботі проведено аналіз особливостей сучасного програмного забезпечення для розробки мобільних додатків, обрано критерії що впливають на вибір програмного забезпечення. Розроблена модель вибору програмного забезпечення для розробки мобільних додатків в умовах нечіткої інформації.*

*В работе проведен анализ особенностей современного программного обеспечения для разработки мобильных приложений, выбраны критерии, которые влияют на выбор программного обеспечения. Разработана модель выбора программного обеспечения для разработки мобильных приложений в условиях нечеткой информации.*

*The paper analyzes the features of modern software for the development of mobile applications; criteria that affect the choice of software have been selected. A model of software selection for mobile application development in the conditions of fuzzy information has been developed.*

**Ключові слова:** мобільний додаток, програмне забезпечення, критерії, попарних порівнянь, нечітка множина.

## Постановка проблеми

Світовий ринок мобільних додатків (МД) розвивається швидкими темпами. Ця величезна галузь розширюється з кожним днем і зупинитися поки не збирається. Аналіз ринку мобільних додатків показує, що у 2020 році доходи від додатків досягнуть 189 мільярдів доларів [1].

Сьогодні в Україні формується ринок МД для автомобілів, розумних пристроїв, Smart TV. За даними дослідження, яке опублікувала компанія Google, користувачі смартфонів, що купили щось в Інтернеті, користуються гаджетами для пошуку інформації про товар, моніторингу цін, пошуку знижок, акцій, вивчення відгуків і для покупки товарів. З них близько 66% як мінімум раз на тиждень користувалися смартфоном для здійснення покупки послуг або товарів. Користувачі проводять в додатках до 90% часу. Причому, у більшості з них встановлено від 1 до 6 додатків: месенджери, розважальні програми, ігри, утиліти, додатки таксі, заправок тощо [2].

Розширення ринку МД в свою чергу означає збільшення клієнтів для тих компаній, які мають свій МД. Корпоративні МД інтегруються в інформаційну систему підприємства що так само прискорює інформаційні потоки в компанії [2].

МД з кожним днем удосконалюються і на даний момент вони надають багато різних можливостей для компаній.

МД спрощує процес здійснення покупки, бо вони набагато швидше завантажують інформацію про товар і мають більш високий рівень юзабіліті.

Зручність сучасних гаджетів дозволяє купувати товари в кілька кроків. Але людину можуть відволікти інші люди, повідомлення, сповіщення та ін. За допомогою МД користувача набагато простіше повернути, ніж через сайт.

Отримуючи персональні повідомлення, складені з урахуванням його особистих потреб, користувач починає ставитися до компанії більш лояльно. Імовірність, що покупець здійснить покупку всередині програми, отримавши повідомлення про цікавий товар, набагато вище, ніж при безцільному інтернет-серфінгу [2].

За допомогою push-повідомлення зручно повертати користувачів назад в корзину, надсилати бонуси в обмін на реєстрацію, сповіщати про нові товари, які цікавлять клієнта та ін.

Дані локації користувачів стає інструментом, який допомагає користувачам. Наприклад, знаючи локацію, можна запропонувати користувачеві адреси найближчих складів магазину, де можна забрати товар, або офісів компанії. В Україні МД заправки WOG розуміє по локації, де зупинився водій і йому залишається тільки вибрати номер колонки, біля якої зручніше заправитися, а оплата зніметься з карти автоматичних [3-4].

Наявність камери дозволяє використовувати QR-код і Ваг-код.

За допомогою використання WebView у власників бізнесу є можливість переадресовувати клієнта з сайту на додаток і назад.

Таким чином, розвиток МД досяг небувалих масштабів. Але розробка будь-якого МД пов'язана з фінансовими витратами. Сьогодні щоб створити мобільний додаток, не потрібно докладати титанічних зусиль. Для розробки мобільних додатків використовується багато програмних засобів (ПЗ). Наявність спеціальних ПЗ дозволяє розробити додаток набагато швидше.

Розглянемо ПЗ для розробки МД які найбільш популярні: Android studio, Eclipse, NetBeans IDE.

Android Studio – продукт компанії Google, заснований на програмному забезпеченні IntelliJ IDEA від компанії JetBrains, офіційний засіб розробки Android додатків. Для написання програмного коду використовується мова Java. Існують шаблони для зручності розробки інтерфейсу. Інтерфейс даного ПЗ складний. Інтерфейс бібліотек додатку має вигляд дерева і під нього доводиться відводити дуже багато місця в загальному інтерфейсі. Інакше інформація стає нечитаною. У функціоналі Android Studio можливість підключення додаткових плагінів відсутня. Даний засіб розробки дуже вимогливий до технічної складової ПК. Для комфортної роботи з цим ПЗ рекомендовано об'єм пам'яті 8 гігабайт. Повністю відсутня можливість прямого підключення до сервісів контролю версій, що сильно ускладнює роботу над одним додатком групою осіб. Має

вбудований модуль для емуляції Android-пристрої. Але даний емулятор вимагає окремих ресурсів [5-6].

Eclipse – ПЗ, який створений компанією Eclipsefoundation. Для розробки МД використовується мова Java, але підтримуються мови C++ і PHP. Для розробки інтерфейсу немає шаблонів або готових об'єктів. Для розробки одного проекту можливо використовувати хмарні сервіси. Eclipse має простий і зручний інтерфейс. Для розширення функціоналу є можливість підключення додаткових плагінів. Існує можливість написання власних плагінів і їх використання без отримання ліцензії або обов'язкового надання розробки на ринку. Емуляція пристрою відсутня повністю [7].

NetBeans IDE – ПЗ компанії NetBeans Community. В даному ПЗ функціонал повністю реалізується за допомогою плагінів. Для розробки мобільних додатків використовується Java, HTML5 або JS+ PHP. Вбудований відладчик повністю відсутній. Інтерфейс дуже схожий на інтерфейс Eclipse, за винятком відсутності вікна налагодження, і наявності розмітки номерів рядків. Для мінімальної роботи продукту потрібно 512 мегабайт ОЗУ, для більш комфортної роботи рекомендується використовувати комп'ютер з 2 гігабайтами. Має вбудовану можливість підключення до систем контролю версій. Взаємодіє з GitHub, Mercurial і Subversion. Вбудовані компоненти для тестування програми повністю відсутні [8].

Таким чином, жорстка конкуренція на ринку інформаційних послуг вимагають створювати МД, які будуть яскравіше та цікавіше для споживачів. Це можливо тільки при використанні ефективного програмного забезпечення.

Тобто, вибір програмного засобу для розробки ефективного мобільного додатку є складною проблемою, з якою кожен розробник стикається на початковому етапі при розробці МД.

#### Аналіз публікацій

В роботі [9] розглядаються основні чинники, які визначають вибір програмного продукту для розробки мобільного застосування. Також наведено приклад життєвого циклу мобільного застосування та виділені основні його особливості. Пропонуються критерії для вибору програмного забезпечення: різноманітність мов програмування, зручність для користувача інтерфейсу, різноманітність для розробки мобільних платформ, монетизація середовища розробки, проведення порівняння програмних продуктів для розробки МД.

В роботі [10] зазначено, що в даний час активно розвиваються інформаційні технології розробки додатків для мобільних пристроїв. У роботі наводиться класифікація МД за сферою використання та з точки зору їх структури. Аналізуються деякі інструменти створення МД, наводяться приклади їх використання. Розглянуто основні етапи розробки МД.

В роботі [11] розглянуті найбільш популярні та сучасні засоби для розробки МД. Були наведені короткі характеристики існуючих інструментів для створення програмного забезпечення. У цій роботі був проведений аналіз переваг і недоліків середовищ розробки МД. Розглянуті в статті інструменти створення програмного забезпечення дозволяють розробляти самостійні

програмні продукти, що встановлюються під необхідну операційну систему пристрою.

В роботі [12] розглянуто ряд засобів розробки мобільних додатків і виконано їх порівняльний аналіз. Авторами відібрані п'ять конкретних програмних продуктів, визначені критерії для порівняння. За підсумками аналізу альтернатив зроблені висновки про найбільш прийнятні засоби розробки. Отримані підсумкові результати вказують на те, що система Android Studio має максимальну оцінку. Відповідно система є найбільш прийнятною для розробки мобільних додатків на платформі Android.

Одже, вибір ефективного ПЗ для розробки мобільного додатка – є складною проблемою, яка повинна вирішуватися з урахуванням багатьох функціональних і вартісних критеріїв.

#### Формулювання мети

Метою роботи є підвищення ефективності роботи мобільного додатку компанії за рахунок розробки моделі вибору програмного засобу для розробки мобільного додатку для компанії в умовах нечіткої інформації.

#### Постановка задачі

Розглянемо загальну постановку задачі вибору ПЗ для розробки МД.

Відомо:

– множина альтернатив ПЗ для розробки МД

$$P = \{p_i\}, (i = \overline{1, n});$$

– множина критеріїв для оцінки ПЗ для розробки

$$\text{МД } G = \{G_j\}, (j = \overline{1, m}), \text{ кожен критерій має свою вагу}$$

$$W = \{w_j\}, (j = \overline{1, m}), \text{ що визначає його значущість};$$

– кожному критерію з множини може бути поставлено у відповідність нечітка множина [13-16]

$$A(G_j) = (\mu_{G_j}(p_1), \mu_{G_j}(p_2), \dots, \mu_{G_j}(p_n)) \quad (1)$$

де  $\mu_{G_j}(p_i)$  - оцінка альтернативи  $p_i, (i = \overline{1, n})$  за критерієм  $G_j, (j = \overline{1, m})$  та  $\mu_{G_j}(p_i) \in [0, 1]$ . Тобто, вона є мірою відповідності альтернативи висуненим вимогам за критерієм  $G_j, (j = \overline{1, m})$ .

Необхідно визначити альтернативу ПЗ для розробки МД  $p_i$ , яка в найбільшій мірі відповідає вимогам усієї сукупності критеріїв.

Для вирішення поставленого завдання доцільно використати схему Беллмана-Заде прийняття рішень в нечітких умовах [13-16].

#### Рішення поставленої задачі

Розглянемо приклад розв'язання поставленої задачі. В якості альтернатив будемо розглядати ПЗ для розробки МД  $\{p_1, p_2, p_3\}$ : Android Studio; Eclipse; NetBeans IDE. Скористаємося такими критеріями:

– функціональність  $G_1$ ;

– зручність інтерфейсу  $G_2$ ;

- можливість підключення додаткових модулів  $G_3$ ;
- вимогливість до системи  $G_4$ ;
- можливість підключення до систем контролю версій  $G_5$ ;
- наявність вбудованих компонентів тестування програми  $G_6$ .

При експертному порівнянні ПЗ для розробки МД за критеріями були отримані лінгвістичні висловлювання, показані в Табл.1.

Таблиця 1  
Парні порівняння альтернатив за шкалою Сааті

Критерії	Парні порівняння
$G_1$	Незначна перевага $p_1$ над $p_2$ . Слабка перевага $p_1$ над $p_3$
$G_2$	Слабка перевага $p_2$ над $p_1$ . Незначна перевага $p_3$ над $p_1$ .
$G_3$	Суттєва перевага над $p_2$ над $p_1$ . Майже суттєва перевага $p_3$ над $p_1$ .
$G_4$	Суттєва перевага над $p_2$ над $p_1$ . Майже суттєва перевага $p_3$ над $p_1$ .
$G_5$	Суттєва перевага над $p_3$ над $p_1$ . Суттєва перевага над $p_3$ над $p_2$ .
$G_6$	Слабка перевага $p_1$ над $p_2$ . Слабка перевага $p_1$ над $p_3$ .

Представленим експертним висловлюванням відповідають такі матриці парних порівнянь [13-16].

$$A(G_1) = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1/2 & 1 & 1/2 \\ 1/3 & 2 & 1 \end{pmatrix},$$

$$A(G_2) = \begin{pmatrix} 1 & 1/3 & 1/3 \\ 3 & 1 & 1 \\ 3 & 1 & 1 \end{pmatrix},$$

$$A(G_3) = \begin{pmatrix} 1 & 1/5 & 1/4 \\ 5 & 1 & 2 \\ 4 & 1/2 & 1 \end{pmatrix},$$

$$A(G_4) = \begin{pmatrix} 1 & 1/5 & 1/4 \\ 5 & 1 & 2 \\ 4 & 1/2 & 1 \end{pmatrix},$$

$$A(G_5) = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1/5 \\ 1 & 1 & 1/5 \\ 5 & 5 & 1 \end{pmatrix},$$

$$A(G_6) = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 3 \\ 1/3 & 1 & 1 \\ 1/3 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Відповідно [13-16] отримуємо такі нечіткі множини:

$$\tilde{G}_1 = \left\{ \frac{0.55}{x_1}, \frac{0.19}{x_2}, \frac{0.26}{x_3} \right\},$$

$$\tilde{G}_2 = \left\{ \frac{0.17}{x_1}, \frac{0.44}{x_2}, \frac{0.39}{x_3} \right\},$$

$$\tilde{G}_3 = \left\{ \frac{0.10}{x_1}, \frac{0.57}{x_2}, \frac{0.33}{x_3} \right\},$$

$$\tilde{G}_4 = \left\{ \frac{0.10}{x_1}, \frac{0.57}{x_2}, \frac{0.33}{x_3} \right\},$$

$$\tilde{G}_5 = \left\{ \frac{0.14}{x_1}, \frac{0.14}{x_2}, \frac{0.72}{x_3} \right\},$$

$$\tilde{G}_6 = \left\{ \frac{0.6}{x_1}, \frac{0.2}{x_2}, \frac{0.2}{x_3} \right\}.$$

Найкращим варіантом будемо той, який одночасно кращий за всіма критеріями. Нечітке рішення знаходиться як перетин часткових критеріїв [13-16]:

$$\tilde{D} = \tilde{G}_1 \cap \tilde{G}_2 \cap \tilde{G}_3 \cap \tilde{G}_4 \cap \tilde{G}_5 \cap \tilde{G}_6 = \left\{ \frac{\min_{j=1,m} \mu_{G_j}(p_1)}{p_1}, \frac{\min_{j=1,m} \mu_{G_j}(p_2)}{p_2}, \dots, \frac{\min_{j=1,m} \mu_{G_j}(p_n)}{p_n} \right\}.$$

$$\tilde{D} = \left\{ \frac{0.097}{p_1}, \frac{0.143}{p_2}, \frac{0.2}{p_3} \right\},$$

що свідчить про істотну перевагу альтернативи  $p_3$  над  $p_1$ , а також про слабку перевагу альтернативи  $p_3$  над  $p_2$ .

Оскільки обрані критерії мають різну ступінь важливості, проведемо попарне їх порівняння і результати цього порівняння наведемо у вигляді такої матриці:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 2 & 5 & 3 & 3 \\ 1/5 & 1 & 3 & 5 & 2 & 1/2 \\ 1/2 & 1/3 & 1 & 3 & 1 & 2 \\ 1/5 & 1/5 & 1/2 & 1 & 1/5 & 1/5 \\ 1/3 & 1/2 & 1/2 & 5 & 1 & 1/2 \\ 1/3 & 2 & 1 & 5 & 2 & 1 \end{pmatrix}.$$

Обчислюючи власний вектор матриці А, отримаємо наступні значення його компонентів:  $w_1 = 0.38$ ;  $w_2 = 0.16$ ;  $w_3 = 0.14$ ;  $w_4 = 0.04$ ;  $w_5 = 0.12$ ;  $w_6 = 0.17$ .

Таким чином, найбільшу важливість мають перший та шостий критерії.

Далі отримуємо такі нечіткі множини:

$$\tilde{G}_1 = \left\{ \frac{0.55^{0.38}}{x_1}, \frac{0.19^{0.38}}{x_2}, \frac{0.26^{0.38}}{x_3} \right\} = \left\{ \frac{0.797}{x_1}, \frac{0.534}{x_2}, \frac{0.604}{x_3} \right\},$$

$$\tilde{G}_2 = \left\{ \frac{0.17^{0.16}}{x_1}, \frac{0.44^{0.16}}{x_2}, \frac{0.39^{0.16}}{x_3} \right\} = \left\{ \frac{0.73}{x_1}, \frac{0.87}{x_2}, \frac{0.87}{x_3} \right\},$$

$$\tilde{G}_3 = \left\{ \frac{0.10^{0.14}}{x_1}, \frac{0.57^{0.14}}{x_2}, \frac{0.33^{0.14}}{x_3} \right\} = \left\{ \frac{0.73}{x_1}, \frac{0.93}{x_2}, \frac{0.86}{x_3} \right\},$$

$$\tilde{G}_4 = \left\{ \frac{0.10^{0.04}}{x_1}, \frac{0.57^{0.04}}{x_2}, \frac{0.33^{0.04}}{x_3} \right\} = \left\{ \frac{0.91}{x_1}, \frac{0.98}{x_2}, \frac{0.96}{x_3} \right\},$$

$$\tilde{G}_5 = \left\{ \frac{0.14^{0.12}}{x_1}, \frac{0.14^{0.12}}{x_2}, \frac{0.72^{0.12}}{x_3} \right\} = \left\{ \frac{0.80}{x_1}, \frac{0.80}{x_2}, \frac{0.96}{x_3} \right\},$$

$$\tilde{G}_6 = \left\{ \frac{0.6^{0.17}}{x_1}, \frac{0.2^{0.17}}{x_2}, \frac{0.2^{0.17}}{x_3} \right\} = \left\{ \frac{0.9}{x_1}, \frac{0.8}{x_2}, \frac{0.8}{x_3} \right\}.$$

В результаті перетину нечітких множин  $\tilde{G}_1 \div \tilde{G}_6$  отримуємо:

$$\tilde{D} = \left\{ \frac{0.727}{P_1}, \frac{0.534}{P_2}, \frac{0.604}{P_3} \right\}.$$

Отримані дані свідчать про істотну перевагу альтернативи  $p_1$  над альтернативою  $p_2$  і, а також про слабку перевагу альтернативи  $p_3$  над альтернативою  $p_2$ .

### Висновки

Таким чином, у роботі проведено аналіз проблеми вибору програмного забезпечення для розробки мобільного додатку для підприємства.

Вперше розроблено модель вибору програмного забезпечення для розробки мобільного додатку, яка на

відміну від існуючих дозволяє враховувати нечіткість інформації.

Наведено приклад вибору програмного забезпечення для розробки мобільного додатку. Подальші дослідження будуть спрямовані на практичну реалізацію моделі у вигляді програмно-методичного комплексу.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Перспективы рынка мобильных приложений. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://artjoker.ua/ru/blog/perspektivy-rynka-mobilnykh-prilozheniy> (дата звернення 1.09.2019).
2. Плюсы и минусы мобильного приложения для бизнеса. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://platon.ua/news/plyusy\\_i\\_minusy\\_mobilnogo\\_prilozheniya\\_dlya\\_biznesa.html](https://platon.ua/news/plyusy_i_minusy_mobilnogo_prilozheniya_dlya_biznesa.html) (дата звернення 1.09.2019).
3. Adinugroho T.Y., Reina, Gautama J.B. Review of Multi-platform Mobile Application Development Using WebView: Learning Management System on Mobile Platform //Procedia Computer Science. 2015. №59. С. 291-297.
4. Google Pay в приложении PRIDE! [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://wog.ua/ru/news-detail/google\\_pay\\_v\\_dodatku\\_pride](https://wog.ua/ru/news-detail/google_pay_v_dodatku_pride)(дата звернення 22.10.2019).
5. На чём пишут приложения под Android [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://livetyping.com/ru/blog/na-chem-pishut-prilozheniya-pod-android> (дата звернення 1.09.2019).
6. Chorvitaayakun S. Android Application to Enhance Performance of Internship Program Implementing Cloud Computing Platform and Infrastructure//Procedia -Social and Behavioral Sciences. 2015. №197. С. 2530-2538
7. Початок роботи з платформою Eclipse [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://easy-code.com.ua/2011/02/pochatok-roboti-z-platfornoju-eclipse-dokumentaciya/>(дата звернення 1.09.2019).
8. NetBeans IDE 8.1 Information [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://netbeans.org/community/releases/81/> (дата звернення 1.09.2019).
9. Фадеев А.Ю. Сравнительный анализ программного обеспечения для разработки мобильных приложений / А.Ю.Фадеев, Е.А. Волкова // Наука и перспективы. - 2016. - №3. - С. 27-42.
10. Голощанов А.А. Google Android: программирование для мобильных устройств. - Спб.: БХВ - Петербург 2014. – 163.
11. Аксенов К.В. Обзор современных средств для разработки мобильных приложений//Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2014. №17. С. 508-513.
12. Espada J.P., Diaz V.G., Crespo R.G., Martinez O.S., G-Bustelo B.C.P., Lovelle J.M.C. Using extended web technologies to develop Bluetooth multi-platform mobile applications for interact with smart things//Information Fusion. 2015. №21. С. 30-41.
13. Ротштейн А.П. Нечеткий многокритериальный анализ вариантов с применением парных сравнений / А.П. Ротштейн, С.Д. Штовба // Известия РАН. Теория и системы управления.- 2001.- №3.- С.150-154.
14. Пономарев, А. С. Нечеткие множества в задачах автоматизированного управления и принятия решений: учеб. пособие [Текст]/ А. С. Пономарев. – Харьков: НТУ ХПИ, 2005. – 232 с.
15. Раскин, Л.Г. Нечеткая математика. Основы теории. Приложения [Текст] / Л.Г. Раскин, О.В. Серая. – Х.: Парус, 2008. – 352 с.
16. Методы и модели принятия решений в условиях многокритериальности и неопределенности: монография [Текст] / [Э. Г. Петров, Н. А. Брызна, Л. В. Колесник, О. А. Пискалова]; под.ред. Э. Г. Петрова. – Херсон: Гринь Д.С., 2014. – 192 с.