

УДК 004.032.6

ДЕРЕВО РІШЕНЬ З ВИБОРУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

Л. В. Потрашкова, М. Д. Гмирак

*Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця,
просп. Науки, 9-А, Харків, 61166, Україна*

Мультимедійні проєкти з доповненою реальністю (Augmented Reality, AR) є популярними та забезпечені інструментами AR-розробки. Водночас внаслідок наявного різноманіття програмного забезпечення виникає проблема вибору відповідного інструменту.

Запропонована у статті методика дає змогу визначати найкращий варіант програмного забезпечення для конкретного проєкту з урахуванням низки характеристик програмних засобів і параметрів AR-проєкту. Особливістю методики є: 1) виділення трьох груп програмних інструментів AR-розробки — «Просунуті», «Простіші» та «Інструменти для непрофесіоналів»; 2) урахування низки характеристик AR-проєкту (зокрема, рівня компетентності розробників; схильності користувачів до завантаження застосунку для візуалізації доповненої реальності тощо); 3) побудоване дерево рішень з вибору засобу для створення доповненої реальності на основі методу продукційної діагностики.

Ключові слова: *доповнена реальність, вибір програмного забезпечення, дерево рішень, метод продукційної діагностики, критерії вибору.*

Постановка проблеми. Під час створення доповненої реальності (Augmented Reality, AR) для різноманітних проєктів виникає питання вибору відповідного програмного забезпечення. Існують різноманітні програми з різними можливостями, але вибір не завжди є очевидним. Важливо враховувати різні чинники, такі як доступні ресурси, вимоги проєкту, потреби користувачів та інші. Ця проблема стає особливо актуальною в контексті швидкого розвитку технологій розширеної реальності та зростаючого попиту на AR-контент. Тому важливо розробити методику вибору програмного забезпечення, яка допомагатиме розробникам та командам зробити обґрунтований вибір для конкретного проєкту.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Сьогодні в мережі «Інтернет» доступні описи різних варіантів програмного забезпечення для створення доповненої реальності [1–4]. Поширені також огляди з порівнянням альтернативних варіантів засобів AR-розробки, аналізом їхніх переваг і недоліків [5–8]. Але більшість з цих оглядів стосується лише просунутих інструментів AR-розробки (насамперед ARKit, AR Core та Vuforia), які спрямовані на створення спеціалізованих мобільних застосунків для візуалізації доповненої реальності. Зокрема, в оглядах наведено порівняльний аналіз засобів AR-розробки за такими критеріями,

які стосуються лише вказаних просунутих інструментів (єдність з Unity, програмування на C# чи JavaScript, можливість створення керуючих елементів). Але наразі існує низка засобів AR-розробки, які хоча і не призначені для створення спеціалізованих AR-застосунків, водночас дають змогу ефективно вирішувати завдання розміщення AR-контенту у проєктах невеликої складності. Розвиток технології доповненої реальності призвів до того, що сьогодні існують різні групи інструментів AR-розробки, які суттєво відрізняються своїми характеристиками. Цей факт було недостатньо враховано у попередніх рекомендаціях щодо вибору програмного забезпечення для створення доповненої реальності.

Мета статті — розробка методики вибору програмного забезпечення для створення доповненої реальності з урахуванням наявності різних груп інструментів AR-розробки.

Виклад основного матеріалу дослідження. На основі аналізу характеристик програмних засобів і джерел літератури [1–8] було сформовано методику вибору програмного забезпечення для створення AR-контенту, яка містить такі етапи:

Етап 1. Виявлення альтернативних засобів створення доповненої реальності та виділення їхніх типів.

Під час вибору програмного забезпечення для створення AR-контенту важливо враховувати різні альтернативи, які можуть відповідати конкретним потребам розробників і особливостям проєктів. Аналіз доступних рішень показав, що існують різні засоби AR-розробки, які можна умовно розділити на три групи:

1. *Просунуті інструменти.* Ця група об'єднує варіанти програмного забезпечення, призначені для досвідчених розробників, які мають на меті створення складних і багатофункціональних AR-застосунків (ARKit, AR Core, Vuforia). Один з представників цього типу — Unity з додатком Vuforia, який дає змогу створювати високорівневий AR-контент з розширеними можливостями відстеження, взаємодії та інтеграції з різними платформами.

2. *Простіші інструменти.* Інструменти цієї групи характеризуються простотою використання та інтуїтивним інтерфейсом. Вони спрямовані на AR-розробників, які можуть мати базові навички в галузі дизайну та розробки. До таких інструментів належать Meta Spark Studio та Adobe Aero, які дають змогу швидко створювати AR-контент для соціальних мереж, реклами та невеликих проєктів.

3. *Інструменти для непрофесіоналів.* Ця група інструментів спеціально розроблена для митців і креативних осіб, які можуть не мати глибоких технічних знань у розробці програмного забезпечення. EyeJack та Artivive відображають найбільш спрощений і доступний інтерфейс для створення AR-контенту до творів мистецтва та інших проєктів.

Вибір між цими групами інструментів залежить від конкретних потреб, ресурсів і рівня компетентностей AR-розробників, а також інших критеріїв, які будуть визначені на наступному етапі.

Етап 2. Формування критеріїв оцінювання засобів створення доповненої реальності.

Критерії оцінювання засобів створення доповненої реальності відображають потреби та очікування AR-розробників, а також враховують різні аспекти розробки AR-контенту. До множини критеріїв оцінювання альтернативних інструментів AR-розробки необхідно зарахувати такі критерії:

1) відсутність потреби у завантаженні користувачем спеціальних мобільних застосунків для перегляду доповненої реальності (цей критерій відображає сучасні тенденції, коли користувачі бажають отримувати доступ до AR-контенту без необхідності завантаження додаткових програм);

2) відсутність обмежень на розмір файлів з контентом доповненої реальності (це важливо для AR-проектів, які передбачають використання великих обсягів даних або графіки);

3) невеликі витрати на розробку доповненої реальності;

4) простота розробки;

5) можливість внесення змін у проєкт;

6) сумісність і підтримка платформ;

7) підтримка файлів різних форматів для створення AR-контенту;

8) можливість створення AR-контенту з високим рівнем інтерактивності;

9) доступ до додаткових функцій і плагінів;

10) можливість розширення функціоналу;

11) невелике споживання ресурсів пристрою.

Кожну з трьох груп інструментів AR-розробки — «Просунуті», «Простіші» та «Інструменти для непрофесіоналів» — було оцінено за сформованими критеріями за бінарною шкалою, де оцінка 1 означає відповідність критерію, а оцінка 0 — невідповідність (табл. 1).

Етап 3. Формулювання проєктних вимог до засобів створення доповненої реальності.

Для виявлення оптимального варіанта на множині засобів створення доповненої реальності необхідно сформулювати проєктні вимоги, які враховуватимуть ключові аспекти розробки та використання AR-контенту. Для визначення параметрів проєкту, які можуть впливати на вибір засобів розробки, необхідно відповісти на такі запитання:

1. Чи є в розробників компетентності зі створення спеціалізованих застосунків для візуалізації AR-контенту?

2. Чи будуть користувачі схильні до завантаження спеціалізованого застосунку?

3. Чи потрібно завантажувати в AR-контент файли великого розміру?

4. Чи будуть використовуватися як тригер поверхні фізичного світу?

5. Чи передбачено використання платного програмного забезпечення?

З метою визначення умов, за яких користувачі будуть схильні до завантаження спеціалізованих застосунків для візуалізації AR-контенту, було проведено опитування, у якому взяли участь 15 студентів. Респондентам було запропоновано відповісти на такі запитання:

Таблиця 1

Оцінювання засобів створення доповненої реальності за множиною критеріїв

Критерій	Просунуті інструменти	Простіші інструменти	Інструменти для непрофесіоналів
Відсутність потреби у завантажуванні користувачами спеціальних мобільних застосунків	0	1	0
Відсутність обмежень на розмір файлів з контентом доповненої реальності	1	0	0
Простота розробки	0	1	1
Кросплатформність	1	1	1
Підтримка файлів різних форматів	1	1	1
Можливість створення інтерактивності	1	1	0
Доступ до додаткових функцій і плагінів	1	0	0
Можливість розширення функціоналу	1	0	0
Невелике споживання ресурсів пристрою	0	1	1

Запитання 1: «Якщо вам пропонують скористатися доповненою реальністю, як часто ви готові завантажувати застосунок для цього?».

Відповіді респондентів на запитання 1 наведені на рис. 1. Більшість респондентів відповіли, що вони готові завантажувати застосунок для використання доповненої реальності лише в тому випадку, якщо їм пропонується унікальний контент, який їх зацікавить. Це свідчить про те, що для більшості користувачів важливий контент та враження, які вони можуть отримати від використання доповненої реальності. Відповіді свідчать про потребу в інноваційних та захоплюючих змістових пропозиціях для залучення користувачів до застосунків доповненої реальності.

Запитання 2: «В яких з перелічених випадків ви б погодились завантажити спеціалізований застосунок для доповненої реальності?».

Відповіді на запитання 2 наведені на рис. 2. «Для відвідування спеціальних заходів, таких як музеї, виставки або концерти, де AR-контент робить враження більш насиченим та цікавим» — саме цей варіант відповіді обрала більшість опитуваних. Це свідчить про те, що для більшості користувачів привабливість AR-контенту пов'язана з унікальними враженнями, які вони можуть отримати під час відвідування певних подій або місць.

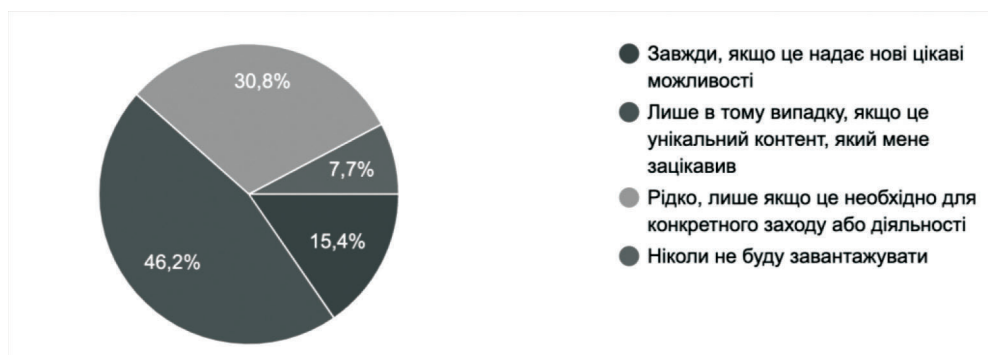


Рис. 1. Відповіді респондентів на запитання 1

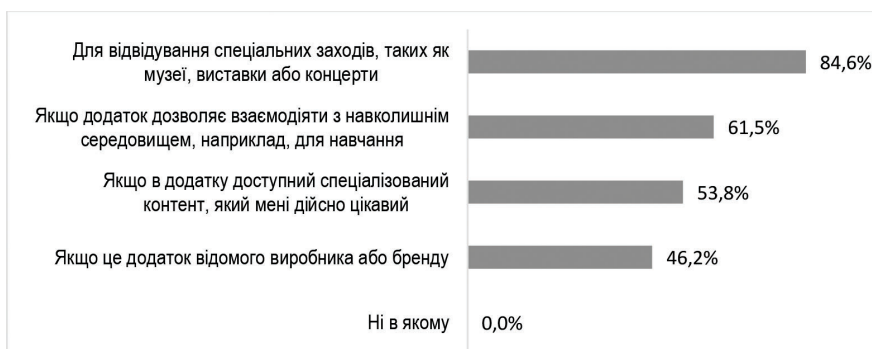


Рис. 2. Відповіді респондентів на запитання 2

Запитання 3: «Які варіанти використання доповненої реальності в Instagram вас найбільше цікавлять?».

Як можна побачити з діаграми на рис. 3, респондентів найбільше цікавлять маски для створення креативних фотографій та відео, а також фільтри чи стікери, які надають можливість спробувати нові зачіски або макіяж.



Рис. 3. Відповіді респондентів на запитання 3

Запитання 4: «Що для вас є важливим у використанні доповненої реальності?».

Як можна побачити з діаграми на рис. 4, три відповіді на це запитання з найбільшою кількістю голосів є такими:

- 1) можливість отримати унікальний та цікавий контент;
- 2) відповідність AR-контенту моїм інтересам та потребам;
- 3) зручність та доступність використання без додаткових завантажень.

Перше місце посідає можливість отримати унікальний та цікавий контент, заради якого користувачі готові завантажити застосунок.



Рис. 4. Відповіді респондентів на запитання 4

Етап 4. Вибір засобу для створення доповненої реальності у проєкті, що розробляється.

Вибір засобу для створення доповненої реальності пропонується здійснювати за допомогою методу продукційної діагностики на основі відповідей на запитання, сформовані на етапі 3. Метод продукційної діагностики — це підхід до аналізу та класифікації систем, який базується на використанні бази продукцій або правил виду «ЯКЩО А, ТО В». Цей метод широко застосовується в галузі штучного інтелекту та експертних систем для прийняття рішень. Для використання методу продукційної діагностики створюється база правил, де визначаються умови (премиси) та відповідні дії (конклюдії). Цей метод дає змогу автоматизувати прийняття рішень на основі логічних обґрунтувань та заздалегідь визначених критеріїв.

На основі запитань, сформованих на етапі 3, а також характеристик програмного забезпечення кожної з трьох груп інструментів — «Просунуті», «Простіші» та «Інструменти для непрофесіоналів» — було розроблено базу правил з вибору засобу AR-розробки та на її основі побудовано дерево рішень, наведене на рис. 5.

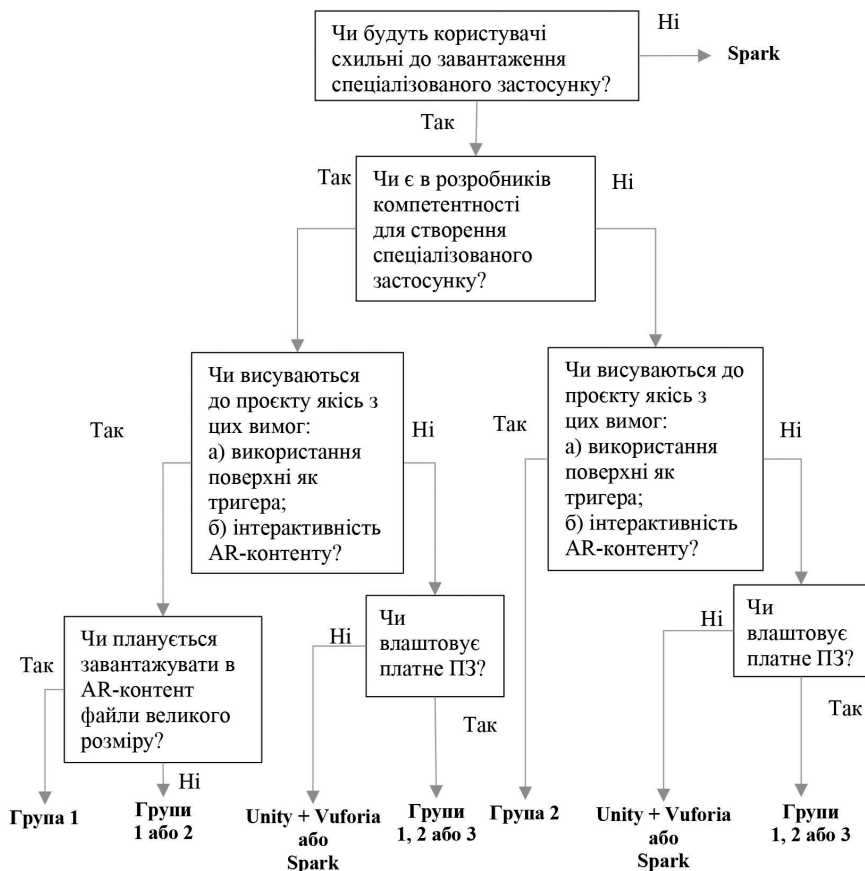


Рис. 5. Дерево рішень з вибору засобу AR-розробки серед інструментів, згрупованих за трьома групами: група 1 — «Просунуті», група 2 — «Простіші», група 3 — «Для непрофесіоналів»

Висновки. Запропоновано методику вибору програмного забезпечення для створення AR-контенту, побудовану на основі методу продукційної діагностики.

Особливістю методики є:

- виділення трьох груп програмних інструментів AR-розробки: «Просунуті», «Простіші» та «Інструменти для непрофесіоналів»;
- урахування низки характеристик AR-проекту, а саме: рівня компетентності розробників; схильності користувачів до завантаження застосунку для візуалізації доповненої реальності; наявності потреби у завантаженні до AR-контенту файлів великого розміру; планів щодо використання інтерактивності;
- побудова дерева рішень з вибору засобу для створення доповненої реальності на основі методу продукційної діагностики.

Як альтернативні варіанти програмного забезпечення у статті розглядалися: Unity з додатком Vuforia, ARKit, AR Core, Meta Spark Studio, Adobe Aero, EyeJack, Artivive. У подальших дослідженнях доцільно розширити коло аналізованих засобів AR-розробки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Artivive. Knowledge Base. URL: <https://artivive.com/resources/> (дата звернення 28.07.2023).
2. Creating and managing projects in Meta Spark Studio. URL: <https://spark.meta.com/learn/articles/fundamentals/project-management> (дата звернення 28.07.2023).
3. EyeJack Creator. URL: <https://creator.eyejackapp.com/> (дата звернення 28.07.2023).
4. Vuforia Engine Overview. URL: <https://developer.vuforia.com/library/getting-started/vuforia-features> (дата звернення 28.07.2023).
5. Boonbrahm S., Boonbrahm P., Kaewrat C. The Use of Marker-Based Augmented Reality in Space Measurement. *Procedia Manufacturing*. 2020. № 42. Pp. 337–343. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.081>.
6. Kolla S. S. V. K., Sanchez A., Plapper P. Comparing software frameworks of Augmented Reality solutions for manufacturing. *Procedia Manufacturing*. 2021. № 55. Pp. 312–318. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2021.10.044/>.
7. Grodotzki J., Müller B. T., Tekkaya A. E. Introducing a general-purpose augmented reality platform for the use in engineering education. *Advances in Industrial and Manufacturing Engineering*. 2023. № 6. 100116. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aime.2023.100116>.
8. Степанюк О. С., Січко Т. В. Порівняльний аналіз інструментів для побудови додатків з доповненою реальністю. Комп'ютерні технології обробки даних : матеріали всеукр. наук.-практ. конф. (Вінниця, 10 грудня 2021). С. 98–101. URL: <https://jktod.donnu.edu.ua/article/view/11662/>.

REFERENCES

1. Artivive. Knowledge Base. Retrieved from <https://artivive.com/resources/> (data zvernennia 28.07.2023) (in English).
2. Creating and managing projects in Meta Spark Studio. Retrieved from <https://spark.meta.com/learn/articles/fundamentals/project-management> (data zvernennia 28.07.2023) (in English).
3. EyeJack Creator. Retrieved from <https://creator.eyejackapp.com/> (data zvernennia 28.07.2023) (in English).
4. Vuforia Engine Overview. Retrieved from <https://developer.vuforia.com/library/getting-started/vuforia-features> (data zvernennia 28.07.2023) (in English).
5. Boonbrahm, S., Boonbrahm, P., & Kaewrat, C. (2020). The Use of Marker-Based Augmented Reality in Space Measurement: *Procedia Manufacturing*, 42, 337–343. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.081> (in English).
6. Kolla, S. S. V. K., Sanchez, A., & Plapper, P. (2021). Comparing software frameworks of Augmented Reality solutions for manufacturing: *Procedia Manufacturing*, 55, 312–318. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2021.10.044/> (in English).
7. Grodotzki, J., Müller, B. T., & Tekkaya, A. E. (2023). Introducing a general-purpose augmented reality platform for the use in engineering education: *Advances in Industrial and Manufacturing Engineering*, 6, 100116. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aime.2023.100116> (in English).
8. Stepaniuk, O. S., & Sichko, T. V. Porivnialnyi analiz instrumentiv dlia pobudovy dodatktiv z dopovnenoiu realnistiu. *Kompiuterni tekhnolohii obrobky danykh : materialy vseukr. nauk.-prakt. konf. (Vinnitsia, 10 hrudnia 2021)*, 98–101. Retrieved from <https://jktod.donnu.edu.ua/article/view/11662/> (in Ukrainian).

doi: 10.32403/1998-6912-2023-2-67-42-50

DECISION TREE FOR SELECTING SOFTWARE FOR CREATING AUGMENTED REALITY

L. V. Potrashkova, M. D. Hmyrak

*Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics,
9-A, Nauky Avenue, Kharkiv, 61166, Ukraine
lv7@ukr.net,
mariya.gmyrak@gmail.com*

Multimedia projects with augmented reality (AR) today are provided with different AR-development tools. At the same time, due to the available variety of software, the problem of selecting a suitable tool arises.

The purpose of the study is to develop a methodology for selecting software for creating augmented reality, taking into account the existence of different types of AR-development tools.

The methodology proposed in the article includes the following steps:

Stage 1. Identifying of alternative tools of creating augmented reality and defining their types.

The analysis of software shows that various tools of AR-development can be divided into three groups: 1) advanced tools (ARKit, AR Core, Vuforia); 2) simpler tools (Meta Spark Studio and Adobe Aero); 3) tools for non-professionals (EyeJack ma Artivive).

Stage 2. Formation of evaluation criteria for augmented reality tools.

Stage 3. Formulation of specific AR-project requirements for augmented reality tools.

To determine the requirements for AR-development tools, it is necessary to answer the following questions, in particular: 1. Do developers have the competence to create specialized apps for AR-visualization? 2. Will users be inclined to download a specialized app for AR-visualization? 3. Is there a need to upload large files to the AR-content?

Stage 4. Selection of augmented reality tool for a specific project.

To support the selection of augmented reality tool, a base of production rules is developed and a decision tree is built on this basis.

The proposed methodology allows determining the most suitable version of the software for a specific project, taking into account a number of characteristics of the software and parameters of the AR-project.

Keywords: *augmented reality, software selection, decision tree, method of production diagnostics, selection criteria.*

Стаття надійшла до редакції 18.08.2023.

Received 18.08.2023.