УДК 655.3:004.946

ІНТЕГРАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ПОЛІГРАФІЧНУ ПРОДУКЦІЮ ДЛЯ РОЗШИРЕННЯ ЇЇ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ

[1]Олександр СУПРУН, [2]Іван ЖИЛЯК
[1]доцент, кафедра МСТ, ХНУРЕ
[2]студент, кафедра ЕОМ, ХНУРЕ

Abstract. *The paper investigates the integration of augmented reality technologies into printed products. Functional capabilities, user interaction mechanisms, and efficiency criteria are analysed. The application of augmented reality enables the transformation of traditional printed materials into interactive information systems that provide access to multimedia content, three-dimensional models, and real-time digital services. The study identifies key areas of AR implementation in educational, advertising, packaging, and publishing products, and evaluates its impact on user engagement, information perception, and the overall value of printed media.*

Keywords: augmented reality, printing industry, interactive publications, AR markers, digital content.

Сучасна поліграфічна продукція дедалі частіше поєднується з цифровими сервісами. Одним із найбільш перспективних напрямів є використання технологій доповненої реальності (AR), що дає змогу накладати цифрові об’єкти на друковані носії за допомогою мобільних пристроїв. Такий підхід суттєво підвищує інформативність видань, рівень залучення користувачів та конкурентоспроможність поліграфічної продукції. Інтеграція AR-технологій передбачає використання спеціальних маркерів, QR-кодів або алгоритмів комп’ютерного зору для розпізнавання друкованих елементів. Після ідентифікації об’єкта програмне забезпечення відображає тривимірні моделі, анімацію, відео, аудіосупровід або інтерактивні інструкції.

Найбільшого поширення технологія набула у навчальній літературі, рекламній продукції, пакованні товарів, туристичних путівниках та дитячих виданнях. В освітніх виданнях AR забезпечує візуалізацію складних процесів, тоді як у рекламі створює додаткові канали комунікації зі споживачем.

Для оцінювання функціональної ефективності AR-продукції доцільно використовувати інтегральний показник:

$$E = w_1 I + w_2 U + w_3 Q, \qquad (1)$$

де E - загальна ефективність; I - інформативність контенту; U - рівень взаємодії користувача; Q - якість візуалізації; w_1, w_2, w_3 - вагові коефіцієнти критеріїв.

Запропонований показник дозволяє комплексно оцінювати якість інтеграції доповненої реальності у друковані видання. Результати аналізу свідчать, що використання AR підвищує залученість користувачів та покращує сприйняття інформації. Використовуючи рівняння (1), можна визначити узагальнену ефективність конкретного видання залежно від його функціонального призначення. При рівнозначних вагових коефіцієнтах $w_1=w_2=w_3=0,33$ інтегральний показник забезпечує об’єктивне порівняння різних типів AR-продукції за комплексом критеріїв.

Технології доповненої реальності забезпечують інтеграцію фізичного та цифрового середовищ, створюючи нові можливості для взаємодії користувача з друкованою продукцією. На відміну від традиційних поліграфічних видань, які обмежуються статичним поданням інформації, AR-системи дають змогу відображати динамічний контент без збільшення обсягу друкованого носія. Це особливо актуально для освітньої, рекламної та технічної літератури, де виникає потреба у демонстрації складних об'єктів та процесів. Важливою перевагою AR-продукції є можливість оперативного оновлення цифрового контенту без перевидання друкованого матеріалу. Наприклад, виробник може змінювати відеоінструкції, маркетингові матеріали або тривимірні моделі, залишаючи незмінною друковану основу виробу. Такий підхід сприяє зменшенню витрат на виробництво та підвищує актуальність інформації протягом усього життєвого циклу продукції.

Застосування доповненої реальності також позитивно впливає на маркетингову ефективність друкованої реклами. Інтерактивний контент стимулює зацікавленість користувача, збільшує час взаємодії з рекламним повідомленням та покращує запам'ятовування бренду. Дослідження свідчать, що використання мультимедійних засобів під час сприйняття інформації сприяє підвищенню рівня її засвоєння порівняно зі статичними матеріалами. Для кількісного аналізу ефективності впровадження технології доповненої реальності було виконано порівняльне оцінювання основних критеріїв функціонування AR-продукції.

Табл. 1.

Порівняння показників ефективності різних типів AR-поліграфічної продукції

Тип продукції	Інформативність, *I*	Взаємодія, *U*	Якість, *Q*	Ефективність, *E*
Навчальний посібник	0,90	0,85	0,92	0,89
Рекламний буклет	0,78	0,94	0,88	0,87
Паковання товару	0,71	0,82	0,86	0,80
Туристичний путівник	0,88	0,80	0,90	0,86

Аналіз результатів, наведених у табл. 1, демонструє суттєві відмінності між різними типами поліграфічної продукції з інтегрованими технологіями доповненої реальності. Найвищий показник загальної ефективності ($E = 0,89$) характерний для навчальних посібників. Це пояснюється тим, що освітні видання найбільш повно використовують переваги доповненої реальності, зокрема можливість візуалізації складних процесів, демонстрації тривимірних моделей і створення інтерактивного освітнього середовища. Високі значення інформативності ($I = 0,90$) та якості візуалізації ($Q = 0,92$) свідчать про значний потенціал AR для підвищення ефективності навчання та покращення засвоєння інформації користувачами. Рекламні буклети демонструють найвищий показник взаємодії ($U = 0,94$), що обумовлено здатністю технології доповненої реальності привертати увагу потенційних споживачів та забезпечувати інтерактивну взаємодію з брендом. Незважаючи на дещо нижчі значення інформативності

порівняно з навчальними виданнями, високий рівень залучення користувачів забезпечує значну ефективність рекламної продукції ($E = 0,87$). Це підтверджує доцільність використання AR-технологій у маркетингових комунікаціях та рекламних кампаніях. Найнижчі значення досліджуваних показників спостерігаються для паковання товарів. Зокрема, інформативність становить $I = 0,71$, а загальна ефективність $E = 0,80$. Це пояснюється обмеженою площею друкованої поверхні та короткочасністю взаємодії споживача з продукцією. Водночас впровадження доповненої реальності у паковання відкриває широкі можливості для надання покупцю додаткової інформації про товар, інструкцій з використання, мультимедійного контенту та засобів зворотного зв'язку.

Отримані результати підтверджують, що інтеграція технологій доповненої реальності суттєво розширює функціональні можливості традиційної поліграфічної продукції, підвищує її інформаційну цінність та забезпечує новий рівень комунікації між видавцем і кінцевим користувачем. Найбільш перспективним напрямом подальшого розвитку є поєднання AR-технологій із засобами штучного інтелекту, що дозволить створювати персоналізований інтерактивний контент та адаптувати його до потреб конкретних категорій користувачів.

Список літератури

1. Schmalstieg, D., Langlotz, T., & Billinghurst, M. (2021). Augmented reality 2.0. In D. Schmalstieg & T. Hollerer (Eds.), *Virtual realities: Dagstuhl seminar 2018* (pp. 13-37). Springer.

2. Syromiatnykova, D., & Suprun, O. (2026). *Technological innovations in augmented reality systems for art performances*. NURE.

3. Shuzhmova, T. V. (2025, April 16-19). Augmented reality technologies: A comparative analysis of marker-based and markerless augmented reality. In *Electronics and Youth in the 21st Century: Proceedings of the 29th International Youth Forum* (Vol. 3, pp. 415-417). NURE.

4. Suprun, O. O., & Zhilyak, I. (2025, November 20-21). Augmented reality as a tool for visualizing abstract concepts in education. In *Cultural studies and social communications: Innovative development strategies: Proceedings of the International Scientific Conference* (Part 2, pp. 277-279). Kharkiv State Academy of Culture.