

## ІНТЕГРАЦІЯ АНАГЛІФНИХ ТЕХНОЛОГІЙ З ЕЛЕМЕНТАМИ AR В ІНТЕРАКТИВНИХ ДРУКОВАНИХ ВИДАННЯХ

*Мендєлєва М.В., асистент, кафедра МСТ, ХНУРЕ*

*Рябуха А.С., бакалавр, кафедра МСТ, ХНУРЕ*

**Анотація.** У роботі розглянуто можливості інтеграції анагліфних технологій та доповненої реальності (AR) в інтерактивних друкованих виданнях. Проаналізовано особливості формування просторового зображення за допомогою анагліфів і використання AR для розширення функціональності друкованого контенту. Визначено переваги комбінованого підходу, зокрема підвищення рівня інтерактивності, залученості користувача та ефективності сприйняття інформації.

**Ключові слова:** інтерактивне друковане видання, анагліф, ghostling, AR, залученість.

Актуальність дослідження зумовлена зростанням потреби у підвищенні інтерактивності друкованих видань та залученості читача без суттєвого збільшення вартості виробництва в умовах конкуренції з цифровими медіа. Використання анагліфних стереозображень є доступним за вартістю способом створення 3D ефекту в друкованій продукції, тоді як інтеграція із елементами доповненої реальності (AR) дозволяє розширити рівень інтерактивної взаємодії читача з контентом [1-3].

Метою роботи є аналіз можливостей інтегрованого використання анагліфів та AR у інтерактивних друкованих виданнях для підвищення залученості користувача та ефективності сприйняття інформації.

Інтерактивні видання являють собою друковані або електронні видання, що забезпечують активну взаємодію читача з контентом через візуальні, просторові та цифрові елементи [4]. Такий формат поєднує функції споглядання та взаємодії, формуючи ефект залучення користувача до інформаційного середовища [5]. Просторовість та інтерактивність друкованих видань сприяють глибшому емоційному й візуальному сприйняттю видання читачами.

Анагліф досі залишається популярним, доступним і недорогим методом, що дозволяє створювати візуально об'ємне зображення на плоских друкованих або цифрових носіях [6]. Для створення анагліфів потрібно всього два ракурси зображення, що збігаються (стереопара), вони є досить простими у створенні і здатні зберігати дрібномасштабну текстуру, що використовується навіть у астрономії [7]. Для перегляду анагліфів потрібна лише пара червоно-блакитних окулярів, що блокують червоне світло для правого ока, а також синє і зелене світло для лівого ока. Анагліфи мають ряд переваг, включаючи компактне подання інформації, низьку вартість виготовлення та можливість універсального відтворення на різних носіях (друк, плівка, екран) [8]. В поліграфічній продукції анагліфам немає альтернативи за широтою спектру використовуваних матеріалів (папір, пластик, упаковка, рекламна продукція, тощо). Анагліфічні зображення мають особливості застосування і недоліки, а саме неповну кольоропередачу та можливе спотворення кольорів. Важливо враховувати тип носія, на якому зображений анагліф, для того, щоб при перегляді мінімізувати стереоперехресні перешкоди, що можуть викликати у глядача почуття дискомфорту.

Під час друку анагліфічних зображень необхідно враховувати відмінності між колірними просторами RGB та CMYK, оскільки зміна червоно-блакитних каналів при друці може спричинити двоїння зображення (ghosting) і погіршення стереоефекту [9]. Для збереження коректного бінокулярного сприйняття застосовуються спеціальні методи калібрування та відображення кольорового охоплення. Роздільна здатність зображення анагліфа не повинна бути менше 300 dpi, щоб уникнути розмитих країв стереопари, які спричинюють зникнення 3D ефекту.

Запропонований Д. Ромеуфом (David Romeuf) [10] підхід до підготовки червоно-синіх анагліфів для офсетного друку CMYK передбачає кольорокорекцію, оптимізацію каналів та перетворення із RGB в CMYK простір із використанням ICC профілів друкарні (наприклад, FOGRA39 (ISO Coated v2), FOGRA51 (PSO Coated v3)), що дозволяє забезпечити коректне відтворення кольорів і виявлення проблемних зон до друку. Після друку отримане зображення необхідно перевірити у стереокулярах та за необхідності зробити корекцію ghosting (зокрема у StereoPhoto Maker), а додаткове регулювання яскравості та колірної температури може виконуватися у Adobe Photoshop. Широкоформатні 10-12 кольорові струменеві системи (наприклад, Canon imagePROGRAF iPF6450) забезпечують ширший колірний охоплення і точніше відтворення RGB анагліфних зображень порівняно зі звичайним офсетним друком. Для масових тиражів доцільним залишається друк офсетним способом із використанням меншої кількості фарб та крейдованого паперу, який забезпечує добру передачу кольорів.

Використання анагліфів у друкованих виданнях дозволяє реалізувати базовий рівень інтерактивності, який забезпечує ефект об'ємного сприйняття зображення за мінімальних витрат на виробництво. Робота із анагліфами формує просторове мислення, що сприяє зниженню когнітивного навантаження та покращенню запам'ятовування інформації. У дитячих та науково-популярних виданнях це дозволяє підвищити залученість читача та спростити засвоєння складних об'єктів і процесів шляхом їх візуальної інтерпретації. Прикладами вдалого використання анагліфів на папері можуть бути зображення понять, пов'язаних із біологією, геометрією, астрономією та іншими областями наук, де читачу легше побачити складний об'єкт, аніж використовувати його текстовий опис.

AR у друкованих виданнях реалізується за допомогою маркерних і безмаркерних технологій. Взаємодія користувача з цифровим контентом здійснюється через смартфон або планшет, які забезпечують відображення додаткової інформації у режимі реального часу. AR дозволяє інтегрувати в друковану продукцію анімацію, відео та 3D-моделі, підвищуючи інтерактивність і ефективність сприйняття інформації.

У сучасних інтерактивних друкованих виданнях може бути реалізоване поєднання анагліфів та елементів AR. При цьому анагліфи можуть забезпечувати створення стереоскопічного ефекту без необхідності використання складних технічних пристроїв, окрім простих анагліфних окулярів. Такий підхід характеризується низькими затратами на виготовлення та простотою впровадження у інтерактивні друковані видання і не потребує використання інтернету. Розширений рівень інтерактивності забезпечується за рахунок AR технологій, які активуються через спеціальні маркери на друкованих

сторінках. При скануванні AR маркерів користувач отримує доступ до додаткового цифрового контенту, наприклад 3D моделей, анімацій або мультимедійних пояснень (персонажі або об'єкти оживають і голосом дається пояснення або розповідь), що значно підвищує рівень залученості та інформативності видання.

Отже, інтеграція анагліфів та AR-технологій є ефективним підходом до підвищення інтерактивності друкованих видань, забезпечуючи просторове сприйняття інформації та розширення контенту мультимедійними елементами. Такий підхід може застосовуватися в інтерактивних друкованих виданнях, пов'язаних із освітою, рекламою, музеями і виставками, а також в дитячих і науково-популярних виданнях.

#### Література.

1. Романенко, А.С., & Вовк, О.В. (2026). Перспективи використання AR у поліграфічних виданнях культурно-освітнього призначення. *Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті*. Т. 2. (с. 216-218).
2. Шаршава, А.В., & Вовк, О.В. (2026). Використання технологій доповненої реальності в проєктуванні мультимедійних галерей. *Інформаційні технології в сучасному світі: дослідження молодих вчених*. (с. 201).
3. Хованец, А.О., & Чеботарьова, І.Б. (2026). Використання технологій доповненої та віртуальної реальності (AR/VR) у створенні інтерактивних поліграфічних продуктів. *Інформаційні технології в сучасному світі: дослідження молодих вчених*. (с. 196).
4. Фіголь, Н.М., & Мельник, І.О. (2022). Інтерактивний складник електронного освітнього середовища. *Обрії друкарства*, 1 (11), 27-41.
5. Kostenko, A. (2024). Printed interactive media as a form of theatre. Publishing House "Baltija Publishing".
6. Бережна, О.Б. (2017). Основні принципи формування, обробки та застосування стереозображень у дизайні. *Системи обробки інформації*, (2), 211-215.
7. Lamy, P., Faury, G., Romeuf, D., Groussin, O., Durand, J., Beigbeder, L., & Khum, K. (2019). A catalog of stereo anaglyphs of the nucleus of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko. arXiv preprint arXiv:1903.02324. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1903.02324>.
8. Woods, A. J., Harris, C. R., Leggo, D. B., & Rourke, T. M. (2013). Characterizing and reducing crosstalk in printed anaglyph stereoscopic 3D images. *Optical Engineering*, 52(4), 043203-043203. <https://doi.org/10.1117/1.OE.52.4.043203>.
9. Zeng, R., & Zeng, H. (2011, January). Printing anaglyph maps optimized for display. In *Color Imaging XVI: Displaying, Processing, Hardcopy, and Applications* (Vol. 7866, pp. 521-525). SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.872644>.
10. Romeuf, D. (2009). Anaglyphs printing experience feedback offset printing, large printer, personal printer. <https://www.david-romeuf.fr/3D/Anaglyphes/RetourExperienceImpressionAnaglyphe/AnaglyphsPrintingExperienceFeedback.html>.