

## **ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ, ОБРОБКИ ТА ЗАСТОСУВАННЯ СТЕРЕОЗОБРАЖЕНЬ У ДИЗАЙНІ**

*В сучасному світі стереозображення досить популярні, до сфери їх використання можна віднести і друковану продукцію, і сувенірні та рекламні носії, і навіть комп'ютерні ігри та відеофільми у форматі 3D.*

*Анагліф досі залишається популярним, доступним і недорогим методом, що дозволяє створювати візуально об'ємне зображення з плоских предметів. Однак анагліфічні зображення мають деякі недоліки та особливості застосування, до яких можна віднести неповну кольоропередачу та можливе спотворення кольорів.*

*Надано рекомендації, що дозволять підвищити якість створюваних анагліфічних зображень та мінімізувати їх потенційні недоліки. Робота може бути корисна для всіх, хто займається розробкою та застосуванням анагліфічних зображень, для дизайнерів, рекламних фотографів, художніх редакторів та студентів відповідних спеціальностей.*

**Ключові слова:** *стереозображення, стереоефект, 3D ефект, анагліф, анагліфічне зображення, стереопара, кольоропередача.*

### **Постановка проблеми та її актуальність**

Анагліфічні зображення відносять до псевдостерео. Їх перевагами є простота застосування і можливість створювати візуально об'ємне зображення з плоских предметів.

Анагліфом називають метод отримання стереоефекту для стереопари звичайних зображень за допомогою спеціального кольорового кодування зображень, призначених для лівого і правого ока. Анагліф досі залишається популярним, доступним і недорогим методом. Так, наприклад, в поліграфічній продукції йому немає альтернативи за широтою спектру використовуваних матеріалів, на які можна наносити об'ємні зображення.

Стереоефект буде зберігатися і в роздрукованих на паперових матеріалах фотографіях. Під час друку анагліфічних фотографій необхідно враховувати, що даний формат використовує кольірну систему RGB, в той час як принтери і друкарські машини застосовують систему СМҮК. Тому, щоб у твердій копії візуально зберігалася об'ємність зображення, застосовується спеціальна калібрування принтера. В сучасному світі сфера застосування стереозображень досить велика, до неї можна віднести і друковану продукцію, і сувенірні та рекламні носії, і навіть комп'ютерні ігри та відеофільми, що призначені для показу у кінотеатрах та для запису на DVD дисках, у форматі 3D.

Однією з тенденцій сучасного графічного дизайну є застосування 3D ефекту, в тому числі і за допомогою стереозображень, що дозволяє імітувати для глядача обсяг і рух об'єктів. Практичне застосу-

вання анагліфічні зображення отримали також в дослідженнях і виданнях наукової і науково-популярної спрямованості, де дозволяють візуалізувати результати наукових обчислень, імітувати сприйняття користувачами обсягу і глибини досліджуваних об'єктів.

Реклама з використанням стереозображень незвичайна, вона привертає увагу і тому дозволяє отримати досить високий рекламний ефект. Реклама з 3D дозволяє не тільки привернути увагу до певних рекламованих товарів, але робить їх зображення більш реалістичним. Анагліфічну рекламу можна розмістити в будь-яких журналах і каталогах, тому що вона не вимагає якогось особливого способу друку. Технології анагліфів дозволяють виготовляти стереолистівки і сувенірну продукцію, а також рекламні буклети, розміщувати вкладки з рекламою в газетній та журнальній продукції, застосовувати рекламну поліграфію для промо-заходів і інше. Оригінальним застосуванням є, наприклад, друк стереозображень для коміксів в спеціалізованих журналах з мангами і так далі.

Все це в сукупності сприяло популярності анагліфічних стерео зображень. Існують спеціалізовані веб-сайти, галереї зображень, книжно-журнальна і рекламна продукція, а також відео, що призначені винятково для перегляду в анагліфічному форматі.

Анагліф – це простий, досить популярний та доступний за витратами спосіб 3D-візуалізації, однак анагліфічні зображення мають деякі недоліки та особливості застосування. До них можна віднес-

ти, наприклад, неповну кольоропередачу та можливе спотворення кольорів.

## Формулювання мети статті

Надано рекомендації, що дозволять підвищити якість створених анагліфічних зображень та мінімізувати їх потенціальні недоліки. Робота може бути корисна для всіх, хто займається розробкою та застосуванням анагліфічних зображень, для дизайнерів, рекламних фотографів, художніх редакторів та студентів відповідних спеціальностей.

## Основний матеріал

Анагліф – метод отримання стереоефекту для стереопари звичайних зображень за допомогою кольорового кодування зображень, призначених для лівого і правого ока.

Деякі технології, такі як IMAX 3D, передбачають використання для зйомки однієї спеціальної камери з двома об'єктивами, які виконують зйомку стереопари на одну або дві матриці.

Принцип дії методу полягає в тому, що спектр кольору ділиться на дві частини, причому одна частина кольору відводиться під лівий ракурс, а інша частина – під правий. Для кожного з ракурсів застосовується свій спеціальний фільтр, після накладення якого певна частина спектра буде відрізана. Кінцеве зображення отримують в результаті накладення вже оброблених ракурсів. Для перегляду результату використовують спеціальні анагліфічні окуляри, в яких для кожного ока використовують свій фільтр.

В результаті накладення ракурсів дає повний кольорний спектр і користувач бачить (або йому здається, що він бачить) повнокольорове зображення.

За формулами, згідно з якими можна розрахувати опис анагліфічних зображень, можна зробити висновок, що кінцеве зображення обов'язково втрачає значну частку інформації оригінальних ракурсів. Тому ніякі алгоритми і методики не дозволять виконати на 100 % відновлення вихідного зображення.

Для отримання стереопари необхідно виділити ракурси за допомогою таких самих фільтрів, які використовуються і в анагліфічних окулярах. Для перегляду отриманої стереопари вже можна обійтися без анагліфічних окулярів, хоча у ракурсів, отриманих у такий спосіб, буде відсутня частина кольорового спектра. Рівень якості зображення буде приблизно відповідати якості зображень, що переглядаються за допомогою анагліфічних окулярів.

Для того, щоб поліпшити якість отриманого зображення, можна перетворити отримані ракурси в відтінки сірого. Однак користувачі відкинули від чорно-білого кіно і навряд чи захочуть дивитися той фільм, який знімався в кольоровому варіанті, у відтінках сірого.

Тому на наступному етапі конструювання стереопари з анагліфічного зображення здійснюється розфарбовування ракурсів дизайнером за допомогою спеціалізованого графічного редактора, наприклад, Adobe Photoshop або Corel PhotoPoint.

Спростити цей процес можна за рахунок того, що в багатьох стереофільмах комплект складається із анагліфічного і моно зображення, тобто з одного повнокольорового ракурсу і з одного урізаного. Повнокольорний ракурс можна використовувати для зняття колірної карти, за допомогою якої можливо розфарбувати урізаний ракурс. Для цієї мети можна використовувати таке комерційне програмне забезпечення, як DeAnaglyph DeAnal від фірми Kostasoft. Зрозуміло, що дані програмні продукти не призначені для автоматизації процесу розфарбовування фотозображень, що зберігаються виключно в анагліфічному форматі.

В даний час замість спеціалізованого анагліфічного формату користувачам більш доцільно зберігати стереозображення (а саме відео та графічні зображення) з роздільними ракурсами. Існує програмне забезпечення, наприклад, програма для перегляду зображень і відтворення відео sView, яка дозволяє конвертувати стереопари в реальному часі не тільки в анагліф, але і в формати для інших пристроїв.

Для того, щоб поліпшити якість отриманого зображення, можна перетворити отримані ракурси в відтінки сірого, а також відкоригувати його яскравість.

Тривимірне зображення створюється при перегляді об'єктів під різними кутами для лівого і правого ока. Для прикладу можна привести метод вимірювання відстаней за допомогою трикутника. За його допомогою можна розрахувати відстань до певного об'єкта після вимірювання кута між правою і лівою лініями, що виникають після поєднання відрізками двох фіксованих точок з точкою, відстань до якої потрібно визначити. Кут між двома лініями збільшиться, якщо відстань від двох фіксованих точок до переміщеної точки зменшиться. В ситуації, якщо точка знаходиться на нескінченній відстані, припустимо визнати, що відрізки від фіксованих точок до неї стануть паралельними.

Відстань між центрами очей у людини близько 60-70 мм. Кути спостереження і кривизна зіниці ока змінюються під час спостереження якого-небудь об'єкта залежно від віддаленості від глядача. Мозок людини аналізує та уявляє віддаленість об'єктів за рахунок відмінності між картинками, що сприймає праве та ліве око. Розходження цих зображень називають очним паралаксом.

Анагліфічну стереопару (АСП) можна вважати універсальним форматом стерео зображення, тому що два кольороподілені зображення двох ракурсів, які не перекриваються по спектральному діапазону,

будь-коли можливо одночасно вивести на будь-який монітор комп'ютера і навіть на будь-які різноманітні носії кольорового зображення (пластик, плівка, папір і таке інше). Для ракурсів можна застосувати два певним чином кольороподілених світлофільтри.

Зрозуміло, що неможливо забезпечити в такій ситуації таку ж саму якість передачі кольору, що забезпечується при повнокольоровому представленні кожного ракурсу із використанням комутаційних стереоскопічних засобів, до яких можна віднести, наприклад, рідкокристалічні стерео окуляри.

Застосування анагліфів має ряд переваг. До них відноситься наступне.

1. Низька ціна використовуваного методу і його доступність, тому що анагліфічні окуляри дешеві і їх можна виготовити навіть самостійно. Друк стерео-варію зображень майже в 7 разів дорожче друку анагліфічних зображень.

2. Для відтворення анагліфічних зображень не потрібно спеціального устаткування, для цього підходять практично всі проектори, немає обмежень для моніторів. Можливий кольоровий друк в друкарні або на принтері.

3. Для перегляду отриманих стерео зображень і відео не потрібне спеціальне програмне забезпечення, підходять стандартні переглядачі, відеоплеєри, а також браузері без додаткових плагінів і розширень.

До теперішнього моменту завдяки всім цим перевагам анагліфічні зображення залишаються одним з найдоступніших і популярних способів перегляду стерео. Існують спеціалізовані сайти, книги і журнали, а також комп'ютерні ігри та відео, які доступні тільки в анагліфічному форматі.

Для вирішення проблеми погіршеної кольоропередачі анагліфічного зображення шляхом спеціального спектрального розкладання був розроблений формат Dolby 3D. На жаль, фільтри, які використовуються в анагліфічних окулярах, розраховані тільки на кінозали, в яких аналогічні фільтри використовуються в проекторі. Використовувати їх в стандартних моніторах неможливо через технології RGB.

До основних недоліків анагліфічних зображень можна віднести неповну передачу кольору і можливе спотворення кольорів. В стерео зображеннях важко відрізнити синій колір від зеленого, з'являються відблиски кольору. Тому більшість анагліфів чорно-білі. Також є різниця в яскравості ракурсів.

Об'ємне зображення, яке буде створено в результаті застосування біноклярного змішування кольорів, в результаті сприймається кінцевим користувачем як однотонне. Якщо витримати задане співвідношення яскравості, то таке зображення буде сприйнято як ахроматичне. Користувачеві потрібний деякий невеликий проміжок часу, щоб його зір

підлаштувався під особливі умови сприйняття анагліфічних зображень. В результаті сеансу перегляду зображень протягом 20-30 хвилин в анагліфічних окулярах, зір користувача перебудовується і пристосовується в нових умовах таким чином, що після закінчення сеансу роботи потрібно приблизно стільки ж часу, щоб чутливість до сприйняття кольорів в реальному житті відновилася повністю і пропало почуття деякого дискомфорту. Час комфортного для кожного користувача перегляду індивідуальний, при повторенні цієї процедури досить регулярно він збільшується, тому що відбувається звикання.

Ще одним недоліком, пов'язаним з використанням анагліфічних зображень, є те, що основні формати стиснення зображень і відео не враховують адаптацію під стереозображення. Такі популярні формати, як JPEG для графічної інформації і MPEG для відеоінформації готують колірний простір для найбільш ефективного стиснення, яке обчислюється для стандартного моноскопічного зображення. При цьому збереження анагліфічного зображення може дати взаємопроникнення ракурсів, в результаті чого зображення буде «подвоюватися».

Ще одним слабким місцем є спотворення під час передачі реальної відстані, тому що все, що виводять пристрої, вимагає калібрування.

Автором запропоновано методику, яка дозволить покращити якість анагліфічних зображень за рахунок видалення колірних спотворень. Вона містить наступні етапи.

1. Зйомка стереопари об'єкта одночасно з двох точок – з лівого і з правого ока з відстанню між об'єктивними приблизно в 65 мм.

2. Виготовлення або придбання спеціальних анагліфічних окулярів, де для лівого та правого ока використано спеціальні кольорові фільтри.

3. Підготовка ракурсів стереопари за рахунок їх підгонки та виставлення точки паралаксу. Основні елементи лівого та правого ракурсів потрібно послідовно суміщати до тих пір, доки буде усунуто подвоювання.

4. Видалення з «лівого» ракурсу синього і зеленого фільтрів колірних складових, а з «правого» – червоного фільтра. Застосування до верхнього шару накладення шарів прийому «Множення». Збереження отриманого 3D-зображення.

5. Світло- і кольорокорекція окремо кожного ракурсу стереопари.

6. виявлення області ефекту ореолу і зниження ефекту ореолу.

7. Перегляд отриманого стереозображення за допомогою анагліфічних окулярів на екрані комп'ютера або на твердій копії, що роздрукована на принтері.

Фотограф, який знімає об'єкт, повинен робити знімки з двох ракурсів, причому чим менша відстань

до об'єкта, тим більшим становиться кут повороту об'єктива, тому тим об'ємнішим виглядатиме на знімку сфотографований об'єкт.

Після зйомки стереопари здійснюють обробку зображень за допомогою графічного редактора. Бажано, щоб обидва зображення відповідали одне одному стосовно позиції центрального об'єкта всередині кадру. Для цього додають зображення з одного знімку в новий шар до іншого і знижують прозорість нового шару до 50-40 %. Зрозуміло, що зображення не співпадуть цілком та повністю, тому що зйомка проводилася з різних ракурсів, але більшість контурів повинні зійтися, інакше анагліф буде нечітким та розмитим.

Сучасні комп'ютерні технології дозволяють створювати псевдо стереозображення за допомогою комп'ютерної графіки, без застосування стереокамер. Наприклад, графічний редактор StereoPhoto Maker може автоматично створювати якісний анагліф для будь-яких типів окулярів. Можна використовувати для цієї мети також Adobe Photoshop або графічний редактор Zoner 3D Photo Maker. Редактор Zoner 3D Photo Maker, крім інших функціональних можливостей, дозволяє коригувати відстані планів.

Рекомендується зробити світло- і кольорокорекцію кожного ракурсу стереопари відповідно до тих задач та художніх завдань, що було сформульовано до стереопари та кінцевого результату. Потрібно, щоб значення параметрів, що пов'язані зі світлом та кольором для обох ракурсів зображення, збігалися.

Анагліфічний стереоефект зазвичай створюють шляхом видалення фільтрів, що застосовують до базових кольорів.

Здійснюють формування стереоскопії шляхом виключення фільтрів базових кольорів. Далі рекомендується перейти до формування анагліфічного стереоскопічного ефекту. На «лівому» ракурсі (верхньому шарі) видаляють синій і зелений фільтри кольірних складових. Якщо у каналі RGB (всі кольори) зображення «лівого» ракурсу стало блакитним, значить, все було зроблено правильно.

На «правому» ракурсі (нижньому шарі) у вкладці канали видаляють фільтр червоної складової описаним вище способом. Зображення «правого» ракурсу має стати червоним.

Зображення «лівого» ракурсу складається з трьох кольірних складових: суцільна синя заливка + суцільна зелена заливка + червона складова зображення. При цьому через червоний фільтр окулярів не проходять суцільні синя і зелена складові, а червона (що містить зображення) проходить безперешкодно. З іншого боку, через блакитний фільтр окулярів не проходить червона складова, а синя і зелена не містять елементи зображення. У результаті «лі-

вий» ракурс можна побачити тільки через ліве (червоне) скло окулярів, тобто лівим оком.

Зображення ж «правого» ракурсу складається з інших кольірних складових: суцільна червона заливка + синя складова зображення + зелена складова зображення. При цьому через блакитний фільтр окуляр не проходить суцільна червона складова, а синя і зелена (що містять зображення) проходять безперешкодно.

З іншого боку, через червоний фільтр окуляр не проходять синя і зелена складові, а червона не містить елементи зображення. У результаті «правий» ракурс можна побачити тільки через праве (блакитне) скло окулярів, тобто правим оком.

Потім накладаємо кольори верхнього шару на кольори нижнього. При цьому, зображення ніби доповнюється кольірними складовими з обох ракурсів (але самі ракурси продовжують існувати незалежно один від одного), а суцільні заливки взаємопоглинаються, перетворюючись у білий колір. Такий спосіб зберігає достатню насиченість і контрастність зображення, не змішуючи при цьому ракурси стереопари. Анагліф готовий.

Всі канали необхідно поєднати в єдине кольорове зображення і зберегти його, тому що результат першого етапу кольорокорекції стане ще потрібний у тому випадку, якщо зображення потрібно надрукувати на папері.

На другому етапі потрібно здійснити максимальний розподіл ракурсів, що конкретно означає видалення та елімінацію недоліків та дефектів, коли одне око сприймає елементи того зображення, яке створено для іншого ока.

Для зйомки можна застосувати спеціалізований 3D-фотоапарат, який обладнаний двома або більше знімальними об'єктивами, що продукують окремі кадри на фотоплівці або матриці. Це дозволяє отримувати в результаті тривимірні об'ємні фотографії. Спеціалізовані стерео фотоапарати можна застосовувати для розробки стерео-оглядів, 3D зображень для фільмів або для діапазонного відображення.

Відстань між об'єктивами в стереокамерах така ж сама, як і відстань між очима людини і становить близько 64 мм. Для 3D фотозйомки далеких об'єктів потрібно збільшувати віддалення стереокамери, але враховувати, що збільшення відстані до об'єкта фотозйомки призводить до зменшення «глибини» зображення.

Необхідно враховувати, що числове значення кольору в системі кодування RGB не має пропорційного співвідношення з інтенсивністю монітора, однак при заводських налаштуваннях інтенсивність

звичайно прямо пропорційно залежить від значення кольору.

На жаль, при виготовленні анагліфічних зображень не можна виключити можливість виникнення ефекту ореолу, що зменшує якість та чіткість зображення і яскравість передачі кольору. Тому розробка рекомендацій, що дозволяють усунути ефект ореолу і виконати колірну корекцію анагліфічного зображення, є своєчасною і актуальною.

Ефект ореолу з'являється через зелені хвилі, що потрапляють в ліве око, коли в лівому і правому зображенні є значний контраст. Користувачі бачать лівим оком не тільки червону хвилю, а й блакитний колір, що призводить до того, що зображення подвоюється.

Рекомендується застосувати методику зменшення ефекту ореолу, який застосовує червону хвилю з лівого і правого зображень, що містить аналіз відмінності між лівим і правим зображеннями, потім здійснити виявлення області ефекту ореолу та зняття його ефекту.

У більшості випадків значення розбіжності пікселів зображень майже рівні нулю. Винятком є пікселі з ефектом ореолу, для яких розбіжність між значеннями пікселів є досить значною. Виходячи з цього, середнє значення гістограми зображення майже дорівнює нулю. Одна сторона гістограми містить світлі області ореолу, інша сторона відображує темні області ореолів. Визначення середнього і стандартного відхилення гістограми надає можливість визначити стандартну порогову величину, для фільтрації значення пікселів, які отримали ореоли.

## Висновки

Проблема покращення якості стереозображень є дійсно актуальною. Користувачі можуть помітити неповну кольоропередачу та можливе спотворення кольорів. В даній роботі сформульовано рекомендації щодо застосування анагліфічних зображень та щодо визначення параметрів зображення, які можна використати для автоматизації процесу обробки стереопар та підвищення їх якості.

Для підтвердження достовірності результатів запропонованої методики планується її апробація на більш різноманітній статистичній вибірці анагліфічних зображень.

## Список літератури

1. Бережна О. Б. Удосконалення якості анагліфічних зображень / Системи обробки інформації: Проблеми й перспективи розвитку ІТ-індустрії: збірник наукових праць. Вип. 8 (106) – X.: Вид. Харк. ун-ту Повітряних сил ім. І. Кожедуба, 2014.

2. GavrilovKirill. Анаглиф (спектральное разделение ракурсов) [Электронный ресурс]. — Электрон. дан. — Режим доступа : <http://www.sview.ru/ru/help/devices/anaglyph/>. — Загл. с экрана.

3. Ideses and L. Yaroslavsky, *New Methods to Produce High Quality Color Anaglyphs for 3-D Visualization, Image Analysis and Recognition: International Conference ICIAR, LNCS 321, 273-280 (2004).*

4. Ideses I., Yaroslavsky L. *Three methods that improve the visual quality of colour anaglyph.s J. Opt. A: PureAppl. Opt. 7(12), 755-762 (2005).*

**Рецензент:** канд-т техн. наук, доц. кафедри медіа систем і технологій Бізюк А. В., Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

**Автор:** **БЕРЕЖНА Олена Борисівна**

Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця, Харків, кандидат економічних наук, доцент кафедри комп'ютерних систем і технологій.  
Роб. тел. – 702-06-74, моб тел. – 063-223-76-70,  
E-mail – lelya\_b2004@ukr.net.

## Основные принципы формирования, обработки и применения стереозображений в дизайне

Е. Б. Бережная

В современном мире стереозображения достаточно популярны, к сфере их использования можно отнести печатную продукцию, сувенирные и рекламные носители, а также компьютерные игры и видеофильмы в формате 3D.

Анаглиф до сих пор остается популярным, доступным и недорогим методом, позволяющим создавать визуальное объемное изображение из плоских предметов. Однако анаглифические изображения имеют некоторые недостатки и особенности применения, к которым можно отнести неполную цветопередачу и возможное искажение цветов.

Даны рекомендации, которые позволят повысить качество создаваемых анаглифических изображений и минимизировать их потенциальные недостатки. Работа может быть полезна для всех, кто занимается разработкой и применением анаглифических изображений, для дизайнеров, рекламных фотографов, художественных редакторов и студентов соответствующих специальностей.

**Ключевые слова:** стереозображение, анаглифическое изображение, анаглифическая стереопара, цветопередача, эффект ореола, качество.

## Basic principles of forming, processing and using stereo in design

O. B. Berezhna

In the modern world quite popular stereo, the scope of their use include printed materials, souvenir and advertising media, and even computer games and videos in 3D.

Anaglyph is still popular, accessible and inexpensive method to create three-dimensional visual images of flat objects. However anaglyph images have some disadvantages and application features, which include incomplete possible color reproduction and color distortion.

The proposed recommendations would improve the quality of images generated anaglyph and minimize their potential drawbacks. The work can be useful for all those involved in the development and application of anaglyph image for designers, advertising photographers, editors and art students of relevant specialties.

**Keywords:** stereo image, stereo effect, 3D effect anaglyph, anaglyph image, stereo pair, color reproduction.