

ПРИКЛАДНА ГЕОМЕТРІЯ, ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА ТА ЕРГОНОМІКА

УДК 658.512.2

Бердинських С.О.

Національна академія мистецтв України

БІНОКУЛЯРНІСТЬ ТА АНІМАЦІЯ ЯК ЗАСОБИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОСТОРОВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОЕКТОВАНИХ ОБ'ЄКТІВ

Стаття присвячена новітнім, заснованим на принципі паралаксу засобам візуалізації просторових властивостей об'єктів. Зокрема, розглядається ефективність застосування стереоскопічної картини та анімації в колі завдань проектної графіки. Запропоновано процедури побудови бінокулярних глибинно-просторових зображень на базі їх тривимірної (3d-) моделі. Розроблено алгоритми створення стереоскопічної ілюзії простору способом комп'ютерної трансформації й деформації рисунків, виконаних традиційними графічними техніками. Експериментально досліджено реалізацію запропонованих сценаріїв за допомогою сучасних комп'ютерних програм.

Ключові слова: *проектна графіка, графічні засоби моделювання, стереоскопічне зображення, бінокулярний паралакс, паралакс руху, просторова структура зображення.*

Постановка проблеми. Останніми десятиліттями комп'ютерні технології вивели розвиток проектної графіки на якісно новий рівень, давши користувачеві новий спектр засобів побудови зображень. Натомість усталені прийоми та методики традиційної образотворчої культури не втратили своєї актуальності, а, синтезувавшись із сучасним цифровим арсеналом формоутворення, оновили базу графічного інструментарію дизайнера. Вивчення проектної графіки як інструмента моделювання об'єктивних властивостей проєтованих форм сьогодні потребує комплексного об'єднання різних підходів до побудови графічних моделей. Одним із актуальних питань у цьому напрямі є дослідження нових форм передачі ілюзії просторовості зображеного.

Тема роботи пов'язана з важливими науковими та практичними завданнями в контексті дослідження методів і засобів створення властивостей об'єктів дизайну, що визначають їх естетичні, функціональні та інші характеристики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед джерел, що стосується цієї проблеми, варто розглянути роботи, в яких детально описуються алгоритми використання бінокулярного пара-

лаксу та паралаксу руху в різноманітних прикладних завданнях. Зокрема, створенню ефекту стереоскопічності на прикладі фотографій присвячена публікація «Создание стереоскопических снимков одним объективом» [6]. Алгоритм побудови стереоскопічного зображення анагліфічним способом за допомогою програми Adobe Photoshop описано в публікації «Создать стерео 3D-изображение в Photoshop» [7]. У статті «Монокулярные признаки восприятия глубины» детально проаналізовано феномен паралаксу руху.

Однак виявлено, що джерела, присвячені застосуванню новітніх засобів моделювання просторових властивостей об'єктів у проектних завданнях, сьогодні відсутні.

Грунтовніший аналіз теми потребує залучення знань про традиційні засоби моделювання просторових властивостей зображених предметів, які містяться у джерелах з теорії композиції, психології сприйняття, теорії передачі інформації. Відтак у роботі К. Зайцева («Графика и архитектурное творчество») [3], яка ґрунтовно висвітлює усталені способи використання традиційної рукотворної проектної графіки, розглядаються можливості й методи творчого застосування класичних засо-

бів, прийомів (у тому числі передачі глибинного простору) і матеріалів графічного мистецтва щодо зображувальних завдань архітектурного проектування. Розгляду питань раціональності використання засобів графічного моделювання в широкому колі завдань передачі інформації присвячена робота відомого американського художника-графіка У. Боумена («Графическое представление информации») [2]. Питань сприйняття зорових образів, у тому числі їх глибинно-просторових властивостей, торкається робота Р. Арнхейма («Искусство и визуальное восприятие») [1].

Постановка завдання. Метою роботи є виявлення ефективності застосування новітніх (на основі паралаксу) прийомів моделювання просторових властивостей форми в зображувальних завданнях проектної практики, а також розроблення сценаріїв реалізації цих прийомів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Учені виявили, що людина здатна сприймати тривимірні об'єкти на основі двох факторів: природних (заснованих на використанні бінокулярного зору) і другорядних, або емпіричних, завдяки яким робить висновок про об'ємність певного предмета за непрямими ознаками, такими як відстань до предмета, його розміри, порядок накладення різних об'єктів один на один, світлотінь, ідіома перспективи, різниця в різкості тощо [1; 2]. Другорядні фактори доступні як при бінокулярному, так і при монокулярному зорі, завдяки чому вони застосовуються в традиційних засобах зображення, стандартних двовимірних пристроях відображення інформації, наприклад, у моніторах. Розвиток технологій викликав появу засобів зображень, які створюють у спостерігача ілюзію тривимірності зображеного, максимально наближену до реального сприйняття. Одні з таких зображень будуються за принципами стереоскопічності або бінокулярності.

Стереоскопічним є зображення, що видається спостерігачеві об'ємним (тривимірним) унаслідок злиття в єдиний зоровий образ двох площинних зображень стереопари, що розглядаються окремо кожним оком. Кожне з двох зображень стереопари є центром, проекцією об'єкта (отриманою, наприклад, фотографуванням) з правої й лівої точок зору, рознесених по горизонталі на деяку відстань, що називається стереобазисом. Зображення об'єкта, отримане з правої точки, має розглядатися правим оком, а зображення, отримане з лівої точки, – лівим [8].

Оскільки праве й ліве зображення пари є різними ракурсами об'єкта, то при оптичному накла-

денні одне на одне вони суміщаються не повністю, зображення рівновіддалених точок об'єкта виявляються зміщеними вправо чи вліво одне від одного, утворюючи горизонтальний лінійний паралакс. Величина паралакса залежить від віддаленості певної точки зображення. Якщо точка правої зображення в площині суміщення опиняється правіше лівої зображення цієї точки, то паралакс вважається додатним і просторове положення суміщеного образу цієї точки в стереоскопічному зображенні буде здаватися розміщеним за площиною суміщення. Навпаки, якщо точка правої зображення розташована лівіше лівої точки лівої зображення, то паралакс вважається від'ємним і суміщене зображення точки лежить ніби перед площиною суміщення; коли паралакс точки дорівнює нулю, тобто при накладанні точки збігаються, суміщений образ формується в площині зображення [8].

Оптичне накладення один на один правої й лівої зображень стереопари здійснюється селективною проекцією або друком цих зображень, який дає змогу одночасно через спеціальні фільтри виділити кожне зображення із «суміші» для кожного ока окремо. Залежно від способів фільтрації зображень розрізняють такі способи відтворення стереозображень: окулярні – анагліфічний, поляризаційний, екліпсний; безокулярні (растрові) – одностереопарні та багаторакурсні [8].

В анагліфічному методі відтворення стереозображень використовується спектральна сепарація зображень стереопари. Анагліфічне зображення є комбінацією малюнків на одній поверхні, де в червоному каналі зображена картина для лівого ока (правий не бачить її через наявність світлофільтра), а в блакитному – для правої (відповідно, її не бачить ліве око). Словом, кожне око сприймає своє зображення, пофарбоване в колір, протилежний світлофільтру скла окулярів.

Отже, для отримання ефекту необхідно використовувати анагліфічні окуляри, в яких скло замінюється світлофільтрами: червоним – для лівого ока і блакитним – для правої. Уважається, що цим методом добре працювати з монохромними зображеннями [8].

Існує практика створення стереоскопічних фотографій за допомогою одного об'єктива [6]. Так, за допомогою пересування камери на 65 міліметрів убік можна отримати два зображення, які відповідають зображенням, що проєкціюються, відповідно, для лівого і правої ока. Очевидно, що стереоскопічні знімки одним об'єктивом можна робити лише з нерухомих предметів.

Без сумніву, в аналогічний спосіб можна отримати дві проекції з тривимірної моделі сцени. Для цього треба після отримання проекції першого зображення змістити камеру горизонтально вбік, перпендикулярно напрямку зору на відстань, яка в умовному масштабі дорівнює відстані між лівим і правим оком спостерігача (65 мм).

Далі для перетворення цих зображень в анагліфічне стереоскопічне зображення можна використовувати програму Adobe Photoshop [7]. Для цього відкриваємо створену пару зображень у цій програмі. Перше зображення, яке відповідає правому оку, дублюємо (Duplicate layer), змінюємо назву створеного нового шару в «правий-блакитний». Друге зображення, яке відповідає лівому оку, виділяємо повністю (Select all), затим копіюємо і вставляємо в перше зображення. Унесені зображення автоматично буде належати до новоствореного шару, який перейменуємо в «лівий-червоний». Після цього вимкнемо видимість фонового шару.

Оскільки червона лінза дає можливість бачити лише в червоному каналі, варто відключити зелений і синій канали для шару «лівий-червоний». Для цього у вікні з параметрами накладення цього шару (Bending options) деактивуємо канали G і B.

Через те що праве око буде в змозі бачити тільки зелений і блакитний канали через блакитну лінзу, потрібно деактивувати червоний канал для шару «правий-блакитний».

Однак зображення ще не готове, оскільки центр зображення не суміщений. Це можна виправити за допомогою інструмента «пересування» (Move tool). Потрібно змістити шари горизонтально, відповідно, вправо і вліво так, щоб центр суміщення, що відповідає нульовому паралаксу, перебував у певній точці зображення. Центром суміщення обираємо найвіддаленішу видиму точку зображення. Отже, при бінокулярному спостереженні зображення буде ілюзорно перебувати перед площиною монітора. Далі обрізаємо правий і лівий краї картини за допомогою інструмента «Обрізання» (Crop tool). Тепер за допомогою анагліфічних окулярів можна спостерігати ілюзію об'ємності створеного зображення (рис. 1 а).

Цікаво, що принцип бінокулярності можна використовувати для побудови багатопланового простору, при чому в цьому разі нема необхідності використовувати програми тривимірного моделювання. Як вихідний варіант можна використати зображення, створене засобами традиційної графіки. Але бажано, щоб частини зображення, які відповідають різним планам глибини,

були створені так, щоб вони незалежно один від одного могли редагуватися.

Розглянемо приклад побудови багатопланового зображення. Як вихідний варіант використаємо зображення (рис. 1 б), створене повторенням одного елемента. Зображення створене у програмі Adobe Photoshop так, що кожен його елемент (лінія) належить до різних шарів. Завдяки взаємному накладенню елементів (оверлепінг) зображення здається нам як таке, що має три плани за глибиною. За допомогою стереоефекту посилимо цю ілюзію, завдяки чому перший план буде здаватися розміщеним перед площиною зображення, другий – у площині зображення, а третій – за площиною зображення (рис. 1 в).

Об'єднаємо елементи зображення в шари так, щоб їх кількість і назва відповідали багатоплановій структурі зображення. Для цього зв'яжемо шари, що належать до одного плану, й функцію об'єднання (Merge linked). Отже, маємо чотири шари з назвами «перший план», «другий

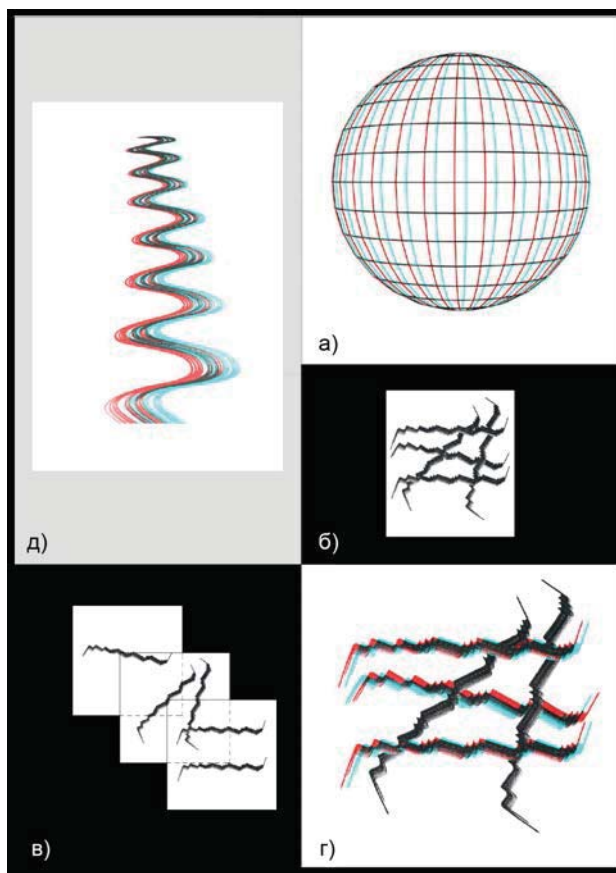


Рис. 1. Різновиди бінокулярних зображень, створені за допомогою використання комп'ютерних програм: а) на основі 3d-моделі; г) на основі декомпозиції площинного зображення (б) на складові (в); д) на основі трансформації площинного зображення

план», «третій план» і шар з фоном зображення (Background). Далі, щоб положення елементів першого плану при бінокулярному сприйнятті здавалося перед площиною зображення, необхідно створити від'ємний паралакс. Відповідно, для зображення третього плану паралакс буде додатнім.

Дублюємо шар з назвою «перший план» і шар з назвою «третій план». Перейменовуємо копію шару «перший план» на «перший план (ПБ)», тобто скорочено – правий, блакитний, а сам шар «перший план» – у «перший план (ЛЧ)», тобто лівий, червоний. Аналогічно, копію шару «третій план» перейменовуємо у «третій план (ПБ)», а шар «третій план» – у «третій план (ЛЧ)». Для шарів, які мають у назві скорочення «ПБ», у вікні з параметрами накладення шару (Bending options) вимикаємо канал R, тоді як для шарів зі скороченням «ЛЧ» вимкнемо канали G і B.

Щоб створити від'ємний паралакс для першого плану, потрібно, щоб праве зображення при суміщенні знаходилося лівіше лівого зображення. Отже, шар під назвою «перший план (ПБ)» переміщуємо горизонтально вліво на певну відстань. Відповідно, для створення додатного паралаксу третього плану шар «третій план (ПБ)» переміщуємо горизонтально праворуч на деяку відстань (рис. 1 г). Варто сказати, що від величини відстані зміщення буде залежати глибина ілюзорного наближення або віддалення зображеного об'єкта. Кінцевий результат можна спостерігати, використовуючи анагліфічні окуляри.

У двовимірних растрових редакторах можна також створювати деякі нескладні бінокулярні зображення з ілюзією безперервного глибинного простору, зокрема такі, що складаються з невеликої кількості площин. Цю процедуру не варто детально описувати, оскільки вона має певну аналогію з попередніми, а зробимо акцент лише на принципових моментах. Так, для створення стереопари зображення площини, що показана в перспективній проекції, варто її деформувати так, щоб точки, які перебувають на умовній відстані, мали більше значення горизонтального паралаксу, ніж точки, які умовно перебувають ближче до глядача. Для цього можна використовувати інструмент «Перспектива» (Perspective) (рис. 1 д), горизонтально перетягнувши верхню лінію рамки в потрібний бік.

Інший ефективний засіб моделювання просторових властивостей зображених об'єктів – анімація, яку почали активно впроваджувати в проектну практику з розвитком комп'ютерних технологій.

Анімація – це створення зорової ілюзії руху, зміни будь-чого в часі, технологія, що дає змогу за допомогою неживих, нерухомих об'єктів створювати ілюзію руху. Ефект анімації базується на деяких особливостях зору людини, а саме:

- слід від побаченого зображення зберігається певний час на сітківці ока людини;
- людині властива здатність об'єднувати зображення, що швидко змінюються одне на інше, в єдиний зоровий ряд, котрий дає ілюзію безперервності руху.

Відомі сьогодні технології комп'ютерної анімації поділяють на два класи: 2D- та 3D-анімація. 2D-анімація зазвичай передбачає переміщення, накладення в певній послідовності зображень. Сутність 3D-анімації полягає у використанні тривимірних моделей об'єктів просторових сцен і їх відображенні методами 3D-графіки. Більшість спеціалізованих програм, спрямованих на розроблення та візуалізацію моделей об'єктів архітектурного і промислового дизайну, а також програми тривимірного моделювання, дають можливість створювати 3D-анімацію об'єкта. 3D-анімація може бути репрезентована як задана послідовність кадрів, у вигляді відеоролика, а також у режимі, коли зміною ракурсу інтерактивно керує користувач (аналогічно до відеоігор).

У сучасній графіці існує велика кількість методів анімації. Обраний метод буде залежати від того, яку саме властивість зображеного об'єкта потрібно виявити. Так, за допомогою анімації можна:

- виявити просторову форму об'єкта, змінюючи його ракурс;
- показати принцип роботи механічного об'єкта;
- показати процес, явище, наприклад, зміну освітлення;
- показати складні деформації об'єкта, що застосовуються, скажімо, для моделювання руху живих об'єктів.

Для моделювання просторових властивостей проєктованих об'єктів методи анімації відносно прості, а обраний метод буде залежати насамперед від будови самого об'єкта. Отже, пізнання будь-якого просторового об'єкта в реальності – це активний динамічний процес, заснований на спогляданні цього об'єкта з різних ракурсів. Анімація наближає умови сприйняття зображеного об'єкта до умов реального сприйняття.

Як відомо, форма об'єкта може визначатися як об'ємно-просторова, глибинно-просторова

композиція чи фронтальна композиція. Якщо об'єкт є складною за об'ємною будовою формою, то, використовуючи анімацію обертання об'єкта навколо певної осі простору, можна за короткий час отримати інформацію й уявлення про його просторовий образ. Як відомо, глибинно-просторова будова об'єкта пізнається в процесі руху спостерігача в напрямку основних композиційних осей. Тому для анімації глибинно-просторових композицій варто використовувати рух камери в основних напрямках. Стосовно будови графічної площини, то вона, як відомо, за способом організації ілюзорного глибинного простору буває площинною, багатоплановою та безперечною. Один із засобів передачі глибинного простору на графічній площині – використання монокулярного паралаксу руху. Це явище пов'язане з тим, що коли очі спостерігача рухаються відносно зовнішнього оточення чи коли оточення рухається відносно очей спостерігача, то виникає різна кутова швидкість між лінією зору, спрямованою на фіксований об'єкт, і лінією зору, спрямованою на будь-який інший об'єкт у полі зору. Факт різної кутової швидкості веде до просторового розрізнення, пов'язаного з тим, що близько розміщений об'єкт немов рухається проти напрямку руху, а дальній об'єкт немов рухається за напрямком руху спостерігача [5]. Прикладом може бути ситуація спостереження ландшафту з вікна вагона потяга, що рухається. Якщо при цьому дивитись на будь-який предмет, то весь видимий простір наче обертається навколо цього предмета.

Паралакс руху використовується як засіб створення зорової ілюзії глибини зображення [4]. Для цього достатньо лише візуалізувати декілька кадрів з різних ракурсів, які дадуть у процесі анімації невеликий поворот зображення. Анімована картинка виглядає як результат спостереження за об'єктом таким чином, що положення точки спостерігача постійно коливається з боку в бік. Паралакс руху, який при цьому виникає, значно посилює сприйняття ілюзії глибини зображеного.

Для побудови такого анімованого зображення не обов'язково використовувати 3D-анімацію. Цікавий ефект можна отримати, якщо скористатись сканованим зображенням, створеним традиційними техніками. Використовуючи можливості растрового редактора Adobe Photoshop, а саме за допомогою інструментів трансформації зображення, можна створити ракурс, що відповідає трохи зміненій точці спостереження (спосіб створення такого ракурсу описаний вище в досліді з побудови стереопари). Потім створюється певна кількість проміжних кадрів, які потрібні для того, щоб забезпечити ілюзію безперервності руху. Потім на основі цих кадрів створюється відеоряд із циклічним повторенням. Зазначимо, що для всіх цих операцій достатньо програмних можливостей Adobe Photoshop.

Висновки. Паралакс – ефективний засіб вираження багатопланової та глибинної структури графічного простору, при якому можна змінювати ілюзорну відстань до зображених об'єктів:

– оперуючи швидкістю й напрямком руху об'єктів у площині при використанні анімації (паралакс руху);

– оперуючи горизонтальною відстанню між зображеннями стереопари в разі використання бінокулярності.

Описані технології створення тривимірності можуть бути додатковим засобом виявлення композиційного та образного змісту зображення, організації глибинної структури простору, а також посилювати просторові властивості зображених об'єктів, наочність, змістовність, виразність та об'єктивність сприйняття зображених форм поряд із застосуванням традиційних засобів передачі глибини (відстань до предмета, його розміри, порядок накладення різних об'єктів один на один, світлотінь, ідіома перспективи, різниця в різкості тощо).

Перспективи подальших досліджень. Проведені в роботі дослідження можуть бути використані з метою створення систематизованої методики застосування засобів проектно-графіки у формотворчому процесі.

Список літератури:

1. Арнхейм Р. Искусство и визуальное восприятие / пер. с англ. Москва, 1974. 392 с.
2. Боумен У. Графическое представление информации / пер. с англ. Москва, 1971. 225 с.
3. Зайцев К.Г. Графика и архитектурное творчество. Москва, 1979. 160 с.
4. Иллюзии восприятия глубины. Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. Факультет психологии. URL: <http://www.psy.msu.ru/illusion/depth.html> (дата звернення: 18.01.15).
5. Монокулярные признаки восприятия глубины. Мир психологии. URL: <http://www.psyworld.info/monokulyarnye-priznaki-glubiny> (дата звернення: 18.01.15).
6. Создание стереоскопических снимков одним объективом. История фотографии. URL: <http://ilonz.ru/Создание-стереоскопических-снимков/> (дата звернення: 18.01.15).

7. Создать стерео 3D-изображение в Photoshop. Rugraphics.ru. URL: <http://rugraphics.ru/photoshop/sozdayom-sterео-izobrazhenie-v-photoshop> (дата звернення: 18.01.15).
8. Физический энциклопедический словарь / главный редактор А.М. Прохоров. Москва, 1983. 944 с.

БИНОКУЛЯРНОСТЬ И АНИМАЦИЯ КАК СРЕДСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СВОЙСТВ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ

Работа посвящена новейшим, основанным на принципе параллакса средствам визуализации пространственных свойств объектов. В частности, рассматривается эффективность применения стереоскопической картины и анимации в кругу задач проектной графики. Предложены процедуры построения бинокулярных глубинно-пространственных изображений на базе их трехмерной (3d-) модели. Разработаны алгоритмы создания стереоскопической иллюзии пространства способом компьютерной трансформации и деформации рисунков, выполненных традиционными графическими техниками. Экспериментально исследовано реализацию предложенных сценариев с помощью современных компьютерных программ.

Ключевые слова: проектная графика, графические средства моделирования, стереоскопическое изображение, бинокулярный параллакс, параллакс движения, пространственная структура изображения.

BINOCULARITY AND ANIMATION AS A MEANS OF MODELING THE SPATIAL PROPERTIES OF PROJECTED OBJECTS

The work is devoted to the latest, based on the principle of parallax, means of visualizing the spatial properties of objects. In particular, the effectiveness of the use of stereoscopic picture and animation in the range of tasks of the project schedule is considered. The procedure for constructing binocular depth-spatial images based on their three-dimensional (3d-) model is proposed. The algorithms for creation of stereoscopic illusion of space by the method of computer transformation and deformation of drawings, executed by traditional graphic techniques are developed. The implementation of the proposed scenarios with the help of modern computer programs is explored experimentally.

Key words: project graphics, graphic means of modeling, stereoscopic image, binocular parallax, parallax of motion, spatial structure of the image.