

Кривцов В. В., к.ф.-м.н., доцент (Рівненський державний гуманітарний університет, м. Рівне)

ТЕХНОЛОГІЇ ВІДТВОРЕННЯ 3D-КОНТЕНТУ ТА ЇХНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ ФІЗИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ У ЗАГАЛЬНООСВІТНІЙ І ВИЩІЙ ШКОЛІ

У статті представлені можливості використання сучасних технологій відтворення тривимірних візуалізацій під час навчання фізики у загальноосвітній та вищій школі. Акцентовано увагу на можливостях реалізації міжпредметних зв'язків при вивченні фізики, інформатики, математики та технологічних дисциплін.

Ключові слова: 3D-зображення, стереоскопія, віртуальна реальність, навчальний фізичний експеримент.

Інформаційні технології стали невід'ємною частиною сучасного освітнього середовища, а якісне викладання навчальних дисциплін природничого циклу вважається неможливим без ефективного використання їхніх дидактичних та методичних можливостей. Цілком закономірно, що широке впровадження інформаційно-комп'ютерних технологій у навчальний процес декларовано «Національною стратегією розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки» [1]. Разом із цим, спостерігається тенденція до впровадження у навчальний експеримент з фізики засобів сучасної електроніки та останніх технологічних розробок, перше ознайомлення з якими в учнів та студентів відбувається, зазвичай, поза межами освітніх закладів. Серед таких новинок, доцільність впровадження та можливості застосування яких у освітньому процесі зараз активно обговорюються, є технологія 3D-зображення.

Технологія тривимірного (3D) зображення – це найсучасніший спосіб відтворення візуального сигналу. Події виходять зі звичної площини і розгортаються безпосередньо перед глядачем за допомогою спеціальних 3D-окулярів і екранів. Формат 3D – це також і новий тип кіно, який впливає на глядача не лише на емоційному, а й на фізичному рівні, представляючи не просто фільм, але і захоплюючий атракціон.

Створення якісного 3D-зображення вимагає спеціального високотехнологічного устаткування. Ще кілька років тому воно було доступне лише професійним організаціям. Проте за останні роки продуктивність і характеристики техніки значно виростили, що дозволило ширше запроваджувати об'ємне зображення та використовувати його у навчальному процесі.

Відповідно, **метою статті** є ознайомлення читачів з явищами, що покладені в основу створення об'ємного зображення, проведення огляду новітніх досягнень у технологіях 3D-зображень та поширення досвіду використання їх для отримання та використання стереозображень у сучасному освітньому середовищі.

Огляд технологій відтворення 3D-контенту. Для виробництва і демонстрації 3D-зображень використовують різні способи, популярність яких з часом змінюється. Практично всі сучасні методи перегляду 3D-зображень (у тому числі комп'ютерних ігор і фільмів) на різних пристроях відображення можна об'єднати у такі групи:

1. Просторове розділення зображення – стереоскоп, у якому кожне око бачить призначену для нього картинку, і поділ відбувається механічно. З часів винаходу стереоскопу та створення перших стереопар з двома картинками (середина XIX ст.) до нинішніх окулярів і шоломів віртуальної реальності, де кожен дисплей генерує зображення для свого ока, у цій технології з точки зору фізичної оптики принципово нічого не змінилося.

2. Кольорове розділення зображення – анагліф. Це доступний і простий метод. Не вимагає спеціалізованого обладнання, крім червоно-синіх (або пурпурно-зелених) окулярів. Поділ картинки для правого і лівого ока здійснюється шляхом спектрального розділення кадрів стереопари через надлишок певного кольору у відповідному компоненті зображення. Класична анагліфна технологія втрачає свою популярність і все менше використовується через неможливість забезпечити нормальну передачу кольору.

3. Темпоральне розділення зображення, в якому стереоефект досягається шляхом почергового показу картинки для лівого і правого ока. Для цього використовуються спеціальні окуляри-затвори (зараз – рідкокристалічні LCD), які також називають активними окулярами.

4. Поляризаційне розділення зображення – метод поділу зображень для різних очей різною поляризацією кожної стереопари з використанням поляризаційних окулярів, які пропускають

поляризаційну картинку в одне око (наприклад, праве), відкидаючи картинку іншої поляризації, призначену для іншого ока (наприклад, лівого).

5. Відеоголографія. Цей варіант голографічних технологій створює найкращу (дійсно об'ємну) картинку. На даний час лише розробляються перші прототипи таких відеоголографічних пристроїв.

Історія розвитку технологій 3D-зображень. Стереоскоп був сконструйований у 1838 році англійцем Чарльзом Вітстоуном як демонстраційний прилад, дія якого ґрунтується на відмінності сприйняття зображення лівим і правим оком, що дозволяє бачити предмети не плоскими, а просторово об'ємними [2]. Через 15 років Лондонська стереоскопічна компанія вразила глядачів тривимірними видами Ніагарського водоспаду (фото робилися на спеціальну двооб'єктивну камеру), а з середини 1930-х років стереоефект став доступний і для рухомих зображень [3]. Пік анагліфного стереобуму припав на 1950-і роки, коли кінематограф вишукував будь-які засоби, щоб виграти жорстоку конкурентну боротьбу з телебаченням. У 1980-ті роки в цьому форматі було знято кілька науково-популярних фільмів. Однак, незважаючи на нову хвилю інтересу, що спалахнув до об'ємного зображення, недосконалість і незручність перегляду за допомогою картонних анагліфних окулярів призвели до забуття 3D-формату в черговий раз. І тільки після того, як був розроблений новий тривимірний формат IMAX, об'ємне кіно отримало реальний шанс стати дійсно популярним. IMAX 3D (IMAX – англ. Image Maximum – «максимальне зображення») – це формат фільмів, розроблений канадською компанією IMAX Corporation, з використанням великих розмірів екрану, спеціальних проєкторів і поляризаційних окулярів [4]. Стандартний екран в кінотеатрі IMAX займає майже увесь простір перед глядачем, що забезпечує максимальний «ефект присутності». Варто відвідати один такий 3D сеанс, який лише на 20-40% коштує більше ніж сеанс у стандартному цифровому кінотеатрі, щоб відчути всю фантастичну атмосферу, яку дарує нам ця диво-технологія. Яскраве враження справила поява стереофільмів, які зараз називають «фільми у форматі 5D». За допомогою спеціальних окулярів глядач бачить об'ємне зображення, але більш реальне сприйняття досягається за рахунок тривимірного звуку, запаху та тактильних відчуттів, таких як хитання крісел, подих вітру, диму, розпорошення бризок і т.п.

З розвитком цифрового кіно вирішуються і технічні труднощі створення 3D контенту. Сучасний цифровий 3D кінотеатр зараз можна розмістити у себе вдома або в навчальному закладі. Завдяки прогресу сучасних комп'ютерних технологій кожній людині стали доступні пристрої симуляції віртуальної реальності на кшталт Google Cardboard, у яких відбувається перегляд стереопар з екрану смартфона. В основі платформи віртуальної реальності компанії Google лежить шолом, який (за задумом розробників) можна зробити з підручних матеріалів. Шолом Google Cardboard збирається за спеціальною схемою з картону, оптичних лінз, магніту та застібок-липучок, а також вкладеного в нього смартфона на операційній системі Android або iOS із попередньо встановленим програмним забезпеченням. Шолом можна зібрати самостійно в домашніх умовах або купити за невеликі гроші готовий варіант безпосередньо на сайті експерименту [5] чи в популярних Інтернет-магазинах. Програма, аналізуючи дані з камери смартфона, магнітометра та акселерометру, симулює ефект віртуальної реальності. Крім Google Cardboard, існують альтернативні рішення (Samsung Gear VR, Oculus Rift та інші), які також відкривають двері в світ віртуальної реальності.

Побудова та перегляд стереопар. Для того, щоб побачити об'єм на фотографії або в кіно, потрібно створити два зображення, окремо для правого і лівого ока. Зараз, коли цифрові фотоапарати набули значного поширення, проводити подібні експерименти стало легко і просто, а головне дешево. Невдалий знімок можна стерти і перезняти. Краще, звичайно, знімати стереозображення так званою «спаркою» – двома фотоапаратами або відеокамерами одночасно, але це можна робити і одним пристроєм. Для отримання стереозображення виконують два знімки – для правого і лівого ока. При зйомці намагаємося не зміщувати фотоапарат по вертикальній осі, користуючись штативом або іншою горизонтальною опорою. Фотографуючи, вибираємо точку на об'єкті, яка буде центром нашої фотографії, і розташовуємо її в центрі кадру. Можна взяти фломастер, фарба якого легко змивається, і поставити на екрані фотоапарата невелику точку, це допоможе швидко повернути фотоапарат на потрібний кут.

Проводимо зйомку першого кадру, це буде знімок для лівого ока. Потім зміщуємо фотоапарат на відстань 70-80 міліметрів і повільно його повертаємо, щоб зазначена точка збіглася з обраною точкою

центру фотографії. Проводимо другий знімок. Тепер у нас є дві фотографії, які називають стереопарою. Скопіюємо їх в окрему папку на комп'ютері. Ці фотографії поки не можна розглядати як стереознімок, вони вимагають подальшої обробки. Відкриємо обидва знімки у графічному редакторі, наприклад Adobe Photoshop, і зменшимо розмір кожного хоча б до 720 точок по вертикалі (якість HD – зображення високої чіткості). Тут треба бути уважним – всі зміни, зроблені для одного кадру, треба повторити і для іншого. Знімки повинні бути однаковими за роздільною здатністю та кольоровою гамою. Далі створюємо новий об'єкт у вкладці «Файл», він повинен мати розмір такий, як і один з наших знімків, тільки його ширину задамо в два рази більшою. Тепер перенесемо за допомогою копіювання знімки стереопари і розташуємо їх у потрібному порядку для паралельної стереопари – лівий знімок ліворуч, а правий – праворуч. Ретельно вирівнюємо їх по висоті. Збережемо результат. Такий знімок можна розглядати неозброєним оком, але для більш зручного перегляду стереопару краще роздрукувати і розглядати у стереоскопі або безпосередньо з екрану смартфона у приладі, який забезпечує перегляд кожної картинки окремим оком (наприклад, Google Cardboard). Розроблено методики побудови стереозображень із застосуванням сучасних графічних редакторів, які використовуються в навчальному процесі. Студенти в процесі виконання лабораторних робіт з інформаційно-комунікаційних технологій можуть створювати власні стереозображення з моноскопічних за допомогою графічного редактора, використовуючи стандартні засоби Adobe Photoshop (інструменти Polygonal Lasso (полігональне ласо, Clone Stamp (Клон Штамп), Layer Via Cut (вирізати на новий шар) і т.п.). Для створення об'ємних зображень у форматі 3D-анaglіф, студенти розробляють спеціалізовані додатки, використовуючи прості комп'ютерні алгоритми кодування, отримуючи анагліф-зображення для червоно-синіх окулярів.

Застосування сучасних технологій відтворення 3D-зображень в загальноосвітній та вищій школі. Сучасний період розвитку суспільства характеризується сильним впливом на нього комп'ютерних технологій, які проникають в усі сфери людської діяльності, забезпечують розповсюдження інформаційних потоків, утворюючи глобальний інформаційний простір. Не може залишатися осторонь цих новітніх процесів освіта, поступово формуючи

дидактичну концепція застосування 3D-технологій під час вивчення різних шкільних предметів. Наприклад:

- у математиці – це розробка, розрахунок та вивчення 3D-об'єктів;
- у біології – демонстрація віртуальних моделей РНК і ДНК, різних моделей хімічних молекул і вірусних частинок, скелетів хребетних тварин;
- у географії – побудова та вивчення різноманітних рельєфів, перегляд цікавих географічних місць тощо.

На уроках математики показовим прикладом застосування технології відтворення 3D-зображень є демонстрація моделі тессеракту – чотиривимірного гіперкубу (кубу в чотиривимірному просторі). Уявити, як буде виглядати цей гіперкуб, не виходячи з тривимірного простору, не так просто. Для цього треба мати стереопару тессеракту як дві проекції на тривимірний простір. Таке зображення тессеракту розробляється для того, щоб уявити глибину, як четвертий вимір. Стереопара розглядається так, щоб кожне око могло бачити лише одне з цих зображень, при цьому виникає стереоскопічна картина, яка відтворює глибину тессеракту. Крім того, стереоскопія дозволяє вивчати складні об'ємні геометричні фігури (ікосаедрон, кубоктаедрон і т.п.).

На уроках фізики та технічної праці вивчають принципи роботи 3D-окулярів, шолому віртуальної та додаткової реальності, їх основні компоненти та функції, проводять практичні роботи із збирання та фіксації спостережень та вимірювань, що відносяться до 3D-зображень. Підключають зовнішні пристрої, з'єднують їх блоки, вивчають сигнали про готовність та неполадки, отримують інформацію про характеристики 3D-об'єктів. Учасник навчального процесу збирає платформу віртуальної реальності сам і при цьому детально вивчає його будову. Це абсолютно новий рівень залучення учнів до інженерії, конструювання та винахідництва. Школяр не ставиться до шолома віртуальної реальності, як до "чорного ящика". Він добре розуміє процес його роботи, може керувати ним і не боїться щось зламати.

Розглянувши на уроках фізики особливості формування об'ємного зображення, учні краще засвоюють основні закони геометричної та хвильової оптики, вчать моделювати реальні фізичні оптичні явища та чітко визначати межі, в яких справедливі ті чи інші фізичні

поняття, концепції, моделі і теорії. Для забезпечення політехнічної підготовки на прикладі 3D-технологій показано взаємозв'язок науки, техніки і сучасного виробництва.

Пристрій віртуальної реальності стає повноцінним комплектом для виконання експериментального практикуму з фізики, на якому школярі вчать користуватися оптичними приладами, набувають навички з виготовлення необхідних установок в домашніх або шкільних умовах.

На уроках інформатики або інформаційних технологій вивчається програмний принцип роботи шолому віртуальної реальності, програмне забезпечення, його структура, формат файлів, командна взаємодія користувача з 3D-об'єктами, графічний інтерфейс. Відбувається планування інформаційного простору, збереження інформаційних об'єктів на зовнішніх носіях. Даються основи 3D-моделювання.

Опанування технологіями 3D-зображень відбувається одночасно при вивченні окремих тем різних предметів. Передбачається проведення короткотривалих фронтальних лабораторних робіт та робіт фізичного практикуму, спрямованих на відпрацювання технологічних прийомів роботи з віртуальною реальністю, і інтегрованих практичних робіт, орієнтованих на отримання цілісного змістовного результату, осмисленого і цікавого для учнів. Частина практичної роботи (насамперед підготовчий етап) може бути включена в домашню роботу учнів, в проектну діяльність. Роботу краще поділити на частини і здійснюватися протягом кількох тижнів.

Вивчення технологій прототипування та відтворення 3D-зображень в загальноосвітній та вищій школі, на нашу думку, сприятиме:

- засвоєнню учнями системи наукових знань про технології сучасного 3D-конструювання та моделювання;
- оволодінню вміннями працювати з технологіями тривимірного зображення за допомогою комп'ютера та інших засобів інформаційних технологій;
- розвитку експериментаторської культури при організації власної проектної діяльності та плануванні результатів;
- активізації пізнавальної діяльності суб'єктів навчання, розвитку їхніх інтелектуальних та творчих здібностей, освоєнню професій, що ціняться на ринку праці.

Висновки. В останні декілька років активно розвиваються

технології формату 3D та вдосконалюються засоби симуляції віртуальної реальності. Очевидно, що такі розробки є перспективними і будуть широко застосовуватися у майбутньому. Тому сьогодні актуальним є пошук шляхів та можливостей ознайомлення із ними учнів та студентів в межах навчального процесу в загальноосвітній та вищій школі.

У статті наведено приклади популяризації технологій 3D, електроніки та робототехніки у освітньому середовищі через активізацію пізнавальної діяльності суб'єктів навчання. Проте саме питання дидактичних та методичних можливостей використання 3D-технологій у навчальному процесі потребує більш детального подальшого дослідження.

1. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mon.gov.ua/images/files/news/12/05/4455.pdf>
2. Wheatstone Ch. Contributions to the Physiology of Vision. – Part the First. On some remarkable, and hitherto unobserved, Phenomena of Binocular Vision // Philosophical Transactions of the Royal Society of London. – 1838. – Vol. 128. – P. 371–394.
3. Рожков С. Н. Стереоскопия в кино-, фото-, видеотехнике / С. Н. Рожков, Н. А. Овсянникова. – М. : Парадиз, 2003. – 135 с.
4. Технологія IMAX [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://planetakino.ua/imax/#imax>
5. Google Cardboard: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.google.com/get/cardboard/index.html>

Krivtsov V. V., Candidate of Physical-Mathematical Sciences, Associate Professor (Rivne State Humanitarian University, Rivne)

REPRODUCTION TECHNIQUES OF VIRTUAL 3D-CONTENT AND THEIR USAGE WHILE TEACHING PHYSICS AND INFORMATION TECHNOLOGY IN SECONDARY AND HIGHER SCHOOL

The paper shows ways of implementation of modern 3D image reproduction techniques while teaching Physics in secondary and higher school. Special attention is made on the feasibility of intersubject communications in teaching Physics, Information Technology, Mathematics and Handicraft.

Keywords: 3D image, stereoscopy, virtual reality, teaching experiment in Physics.