

Scientific journal  
**PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION**  
Has been issued since 2013.

ISSN 2413-158X (online)  
ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал  
**ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА**  
Видається з 2013.



<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>

*Ленчук І.Г., Мосіюк О.О. Особливості створення комп'ютерних 3D моделей для навчального контенту хмарних LMS із стереометрії // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2017. – Випуск 3(13). – С. 100-104.*

*Lenchuk I.G., Mosiuk O.O. Features Of Creating Computer 3D Models For Educational Content Of The Cloud LMS From Stereometry // Physical and Mathematical Education : scientific journal. – 2017. – Issue 3(13). – P. 100-104.*

УДК 514.113.115:74.202.52(075.8)

**І.Г. Ленчук<sup>1</sup>, О.О. Мосіюк<sup>2</sup>**

*Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна*

*<sup>1</sup>lench456@gmail.com, <sup>2</sup>mosxandrwork@gmail.com*

### **ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ 3D МОДЕЛЕЙ ДЛЯ НАВЧАЛЬНОГО КОНТЕНТУ ХМАРНИХ LMS ІЗ СТЕРЕОМЕТРІЇ**

**Анотація.** В статті розкривається питання залучення тривимірних комп'ютерних моделей у навчальний процес підготовки майбутніх учителів математики. Проаналізовано можливості спеціалізованих програм для створення відповідного контенту. Наголошено на важливості залучення он-лайн сервісів для доступу до 3D моделей і спрощеного використання таких у розробці навчальних електронних курсів. Указано, що одними із можливих інструментів їх генерації та представлення є програмний пакет Blender 3D і сервіс Sketchfab.com; наведено аргументи на їх користь.

Запропоновано і описано вимоги до оформлення цифрових тривимірних стереометричних зображень фігур, що дозволить вибирати інструментарій та систематизувати процес їх створення і розміщення в мережі. Наведено приклади тривимірних навчальних комп'ютерних моделей до теми «Властивості паралельного проєкціювання», створених за допомогою Blender 3D і розміщених на сайті Sketchfab.com.

У висновку наголошується на важливості подальших наукових пошуків із зазначеної тематики та вказуються перспективні напрями досліджень.

**Ключові слова:** 3D модель стереометричної фігури, зображення, проєкційне креслення, Blender 3D, Sketchfab.

**Постановка проблеми.** Сучасні глобальні трансформації постіндустріального суспільства вимагають адекватних змін в освітній парадигмі України. У першу чергу це стосується переосмислення підходів до організації навчальної діяльності, впровадження інноваційних педагогічних технологій.

Одним із актуальних напрямів модернізації навчального процесу визнано педагогічно зважене впровадження інформаційних технологій. Це особливо на часі в геометрії – дисципліні, де комп'ютерні засоби дозволяють представити складні взаємозв'язки і вираження за допомогою наочних зображень у динаміці. Обачливе використання інструментарію 2D та 3D графіки сприятиме розвитку просторових уявлень й уваги, опануванню конструктивних методів розв'язування стереометричних задач та методології застосування спеціалізованих інформаційних засобів у майбутній викладацькій діяльності студентів ВПНЗ.

На сьогодні розроблено значну кількість професійних середовищ, які надають можливість вирішити широке коло математичних задач (від звичних побудов на площині до аналітичних обчислень та тривимірного моделювання поверхонь складних промислових об'єктів). Серед найбільш поширених програмних пакетів доречно вирізнити такі: MATLAB, MathCAD, Maple, Mathematica, SAGE, SciLAB. Вони істинно є потужними математичними і розрахунковими комплексами, що призначені для проведення складних обчислень та перетворень. Проте, водночас, ці пакети зовсім не пристосовані до використання у навчальному процесі в якості педагогічних програмних засобів.

Окремим напрямом сучасного розвитку інформаційних навчальних комплексів, зорієнтованих на навчальний процес, є розробка пакетів динамічної математики (зокрема, геометрії). До них слід віднести:

GRAN 2D, GRAN 3D (М. І. Жалдак, О. В. Вітюк), DG (С. А. Раков, К. О. Осенко), Cabri 3D (Jean-Marie Laborde), GeoGebra (Markus Hohenwarter).

**Аналіз актуальних досліджень.** Докладний аналіз наукових джерел вказує на актуальність проблеми використання інформаційних засобів у підготовці майбутніх педагогів-математиків. Методичні аспекти застосування середовищ педагогічних програмних засобів (ППЗ) із математики досліджували: О. В. Вітюк, Ю. В. Горошко, М. І. Жалдак, С. А. Раков.

Триває розробка нових ППЗ, впровадження хмарних технологій, удосконалення можливостей вже створених відповідних програмних додатків. Однак варто зауважити, що кожен із вже згаданих програм має досить вузьку спеціалізацію і не дозволяє повноцінно представити динамічні геометричні об'єкти у тривимірному просторі. Окремі програми (GRAN 3D, Cabri 3D, GeoGebra) реалізували відображення та маніпуляції із просторовими фігурами, включаючи математичну строгість побудов, але мають обмеження по відображенню моделей у мережі Internet. Ця проблема є важливою в контексті поширення хмарних систем керування навчальним контентом.

Значного успіху в представленні інтерактивних 2D і 3D моделей планіметричних та стереометричних фігур досягла команда розробників пакету GeoGebra. Їх напрацювання спрямовані на створення єдиної бібліотеки навчальних ресурсів, доступних як у мережі так і за допомогою відповідних додатків, які встановлюються на стаціонарні комп'ютери та ноутбуки, а також відкриваються за допомогою мобільних пристроїв [6].

Важливим недоліком сучасних як навчальних, так і спеціалізованих програмних комплексів є недостатня увага до конструктивної складової геометрії, особливо під час вивчення стереометрії. У цьому випадку використання класу таких програм як системи автоматизованого проектування (САПР) або ж спеціалізованих систем тривимірного моделювання є цілком виправданим і доречним. Адже за їх допомогою можна створити повноцінні динамічні тривимірні навчальні моделі, які дозволяють грамотно представити геометричні залежності. До них відносять програмні пакети від компанії AUTODESK (3DS MAX, MAYA, AutoCAD) [4], MODO, від корпорації The Foundry [7], а також програмний пакет Blender, який поширюється із відкритою ліцензією GPL [5]. Всі вони забезпечують створення навчального контенту із високою точністю (що особливо важливо для геометрії) та якісним оформленням зображень.

Доступність розроблених на основі вказаних програм навчальних тривимірних моделей досягається шляхом використання наступних хмарних сервісів: p3d.in [8] і sketchfab.com [9]. Ці web-сервіси дозволяють за допомогою звичайних браузерів переглядати якісний рівень наочності зображень, інтегрувати їх у системи електронного навчання тощо.

Отже, **метою даної статті** є: розглянути вимоги до створення навчальних тривимірних моделей, проаналізувати можливості хмарного сервісу sketchfab.com у плані їх перегляду, а також програмних комплексів для створення відповідного графічного контенту.

**Виклад основного матеріалу.** У процесі підготовки майбутніх учителів математики важливим завданням є навчити їх правильно і, одночасно, наочно зображати на площині стереометричні фігури та їх комбінації. Оскільки «... професійно побудоване на класній дошці проекційне креслення просторового об'єкта не лише спрощує логіку вмотивованих умовиводів учителя, сприяє образному уявленню вербальних пояснень і формальних виражень, але й допомагає учням уявно розчленувати задану стереометричну фігуру на окремі елементи, з'ясувати їх взаємне розташування, самостійно провести теоретичні дослідження і формальні викладки, зробити закономірні практичні висновки щодо обраної змістової лінії в доведенні чи розв'язанні сформульованої теореми або ж задачі» [2, с. 44].

Аналогічні якості характерні і для інтерактивних динамічних комп'ютерних 3D моделей стереометричних фігур. Проте, на відміну від графічних зображень, вони не мають чітко сформульованих вимог до їх оформлення та створення, а тому це питання потребує уточнення. Воно є важливим і в контексті розробки електронних курсів дистанційної та змішаної форм організації навчального процесу.

Перш ніж описувати вимоги до комп'ютерної моделі, розглянемо поняття проекційного зображення просторового геометричного об'єкта. Отже, *зображенням стереометричної фігури  $\Phi'$  на визначеній площині проєкцій  $P$  будемо називати плоску фігуру  $\Phi$ , яка подібна (зокрема, рівна) паралельній проєкції  $\Phi'$*  [2, с. 44].

Традиційно наголошується на таких вимогах до просторового рисунку, як: *правильність, наочність, простота у побудовах, позиційна та метрична визначеність* [2, с. 45]. Розкриємо докладніше кожну позицію. *Правильним* вважатимемо зображення, яке цілком відповідає вище наведеному його означенню. *Наочне зображення* створює у спостерігача те саме враження, що й оригінал. *Простота у побудовах* вказує, що у процесі виконання зображення геометричних фігур рисункові дії стовідсотково адекватні вмінням і навичкам учнів. *Позиційно визначеним* називається така зображення фігури, на якому всі її елементи задані у зовнішньому і внутрішньому проєкціюванні. *Метрично визначеним* називається зображення  $\Phi$  фігури  $\Phi'$ , за яким можна відновити (реконструювати) фігуру  $\Phi'$  із точністю до подібності [2, с. 45].

Тепер проаналізуємо запропоновані вимоги, які висуваються до рисунка з позицій тривимірних комп'ютерних моделей.

У першу чергу з'ясуємо суть поняття «тривимірна комп'ютерна графіка». Для цього наведемо думку Марка Джамбруно «... термін «тривимірна графіка» можна класифікувати як хибне визначення. Спотворення правди. В дійсності, поняття тривимірної графіки необхідно було визначити як двовимірне представлення тривимірних об'єктів. У комп'ютерній графіці об'єкти існують тільки в пам'яті комп'ютера. Вони не мають жодної фізичної форми, фактично – це великий набір числових даних і математичних формул» [1, с. 30–31].

По суті, тривимірні геометричні фігури на екрані монітора комп'ютера є проєкціями (перспективними чи аксонометричними), які будуються за допомогою визначених алгоритмів, основою для яких є формально – аналітичний опис ключових геометричних перетворень (внутрішнього проєкціювання, перетворення руху (зокрема, осьової симетрії), подібності). Таким чином, створена комп'ютерна геометрична 3D модель буде правильною, позиційно та метрично визначеною, оскільки побудова відповідної проєкції здійснюється за допомогою математичних закономірностей. Простота побудови досягається потужними обчислювальними можливостями комп'ютерної техніки, які дозволяють опрацювати значні обсяги числових даних.

Що стосується наочності, то тут доречно зауважити, що тривимірна модель геометричної фігури має більші переваги для демонстрації фігур в порівнянні зі статичним рисунком. Візуальна реалізація динамічних модифікацій (перетворень) будь-якого геометричного об'єкту надає безмежні можливості покрокового представлення взаємозалежностей між її елементами.

Переважає більшість вимог, які висуваються до двовимірних проєкційних рисунків реалізуються апаратними можливостями ПК та інших телекомунікаційних обчислювальних пристроїв (смартфони, планшети, нетбуки тощо). Враховуючи, що комп'ютери дозволяють створювати правильні та наочні проєкційні зображення, більше зосередимося на технічних обставинах застосування 3D моделей у початковому процесі. До них необхідно віднести наступні.

- Тривимірні геометричні моделі мають бути оформлені таким чином, щоб максимально спростити сприймання візуальної інформації, а тому їх створення повинно відбуватися у відповідності із ключовими принципами оформлення електронного контенту (композиція зображення, акцентування на головному, вибір кольорових схем тощо).

- 3D модель слід створювати інтерактивною або ж розміщувати її на такому сервісі, який забезпечить цю інтерактивність. Це дозволить користувачу взаємодіяти із нею, наприклад: розвертати її для кращого огляду, масштабувати, відображати назви елементів фігури тощо.

- Файли із тривимірним контентом для навчального процесу мають бути оптимізовані для завантаження на спеціалізовані Web-сервіси, які дозволять переглядати їх у мережі Internet. Така вимога особливо актуальна у контексті їх використання для створення навчальних курсів за допомогою хмарних LMS. А це, у свою чергу, робить доступними навчальні матеріали як студентам, так і викладачам.

- Важливим є застосування анімації, оскільки в динаміці набагато якісніше демонструється сутність геометричних перетворень, а рухомі об'єкти краще сприймаються учнями та студентами.

Проте не слід вважати, що сучасні можливості представлення віртуальної інформації на комп'ютері є панацеєю у вирішенні складних методичних питань викладання предмету «Геометрія» у школі та підготовки з цього предмету майбутніх учителів математики. Лише комплексне поєднання інтерактивних можливостей комп'ютерних технологій та графічної практики дозволяє забезпечити збалансовану підготовку вчителів, здатних зацікавити школярів предметом «персонаука».

Зауважимо і на важливості вибору програмного пакету для створення відповідного 3D контенту. Як уже зазначалося, спеціалізовані програми орієнтовані на створення тривимірних моделей і чи не найкраще поєднують можливості точної побудови та їх кольорового оформлення, що забезпечує простоту сприймання графічної інформації. Серед всіх відповідних комплексів (3DS MAX, Maya, Modo тощо) доречно виділити програму Blender 3D (особливо останні її версії). Даний комп'ютерний додаток поширюється під ліцензією GPL і може вільно експлуатуватися користувачами для вирішення поставлених перед ними задач. Він є унікальним програмним комплексом, що дозволяє виконувати всі етапи моделювання, текстурування, анімації та рендеру динамічних моделей. Окрім цього пакет характеризується мінімальними системними вимогами до комп'ютерної техніки та наявністю версій програми для провідних операційних систем (Windows, Linux, OS X).

Загалом Blender 3D підтримує створення різноманітних стереометричних і планіметричних фігур, включаючи полігональні моделі, криві Без'є, редагування NURBS поверхонь та підтримку Бульових операцій з об'єктами. В ній присутній інструментарій для редагування та монтажу відеофайлів. Програма включає також модулі для візуалізації та рендеру об'єктів сцени (Blender Render і Cycles), які мають можливість напряму працювати із графічними картами комп'ютерів.

Фактично програмний комплекс Blender надає можливості повноцінного створення навчальних матеріалів із геометрії як для школи, так і для ВНЗ. У той самий час, необхідно розуміти, що при створенні комп'ютерних моделей важливим є не тільки розробити навчальний матеріал, а й донести його до користувача (учня, студента) зробити його зрозумілим і доступним.

Одним із шляхів до цього є створення персоналізованого навчального середовища під вибраний навчальний проект. Але в такому разі обмежуються можливості використання різних форматів файлів, що ускладнює створення відповідного контенту та прив'язує його до використання лише однієї програми.

Використання локалізованих програм (Rapidform, Delcam Exchange, MeshLab тощо), які дозволяють переглядати файли програм для редагування тривимірної комп'ютерної графіки, зменшують можливості по інтеграції напрацювань в єдиний навчальний комплекс. У такому разі використання спеціалізованих он-лайн сервісів для демонстрації тривимірних моделей є цілком виправданим кроком.

Серед всього переліку відповідних Internet ресурсів слід відзначити Sketchfab. Ключовою особливістю ресурсу є здатність завантажувати тривимірні моделі та їх переглядати на різних пристроях.

Система відображення базується на застосуванні технологій WebGL та WebVR, які дають можливість завантажувати та налаштовувати зовнішній вигляд 3D об'єктів. Загалом Internet-ресурс підтримує роботу із 27 форматами файлів, що є базовими для більшості програмних пакетів.

Сервіс має безкоштовний базовий рівень, до якого включено наступний перелік послуг: дозволяється завантажити матеріали загальним обсягом 50 МБайт для розміщення проектів та надається можливість створити до 5 пояснень сцени.

На користь сервісу говорить і той факт, що Британський національний музей розмістив на ньому тривимірні моделі своєї експозиції й таким чином популяризує науку [10].

Аналізуючи ресурс, зауважимо, що графічний 3D контент, розміщений на ньому, відповідає вище вказаним вимогам. Для підтвердження цього факту представимо навчальні 3D моделі, які ілюструють кожен із властивостей паралельного проєкціювання [3]. Вони створювалися в програмі Blender 3D та завантажувалися на сервіс, де відбувалося остаточне налаштування оточення моделі.

Кожна модель має площину проєкцій, заданий напрям проєкціювання, об'єкт проєкціювання та проєкцію на площину. Відображаються проєкційовальні промені. Всі елементи вирізані різними кольорами. Позначення динамічно відображають назву вказаного елемента.

Є також можливість обертати тривимірну фігуру у просторі відносно будь-якої координатної осі, що дозволяє продемонструвати об'єкт із різних ракурсів та зрозуміти сутність паралельного проєкціювання. Такі моделі достатньо просто інтегрувати до контенту курсів, створених на базі систем керування навчальними матеріалами (Moodle, Learner Nation, iSpring, Canvas, NEO LMS). Їх можна легко продемонструвати на заняттях студентам, оскільки не потрібно додаткового програмного забезпечення для їх перегляду, окрім звичайного Internet браузера.

**Висновки.** Використання тривимірних моделей надає додаткові можливості пояснити сутність усіх закономірностей предмету «Геометрія», що продемонстровано на прикладі 3D ілюстрацій до властивостей паралельного проєкціювання. Це сприяє, поряд із якісним засобом учіння – проєкційним рисунком, розвитку наочно-образного і логічного мислення, просторових уявлень й уяви суб'єкта навчання.

Запропоновані вимоги до навчальних 3D моделей надають можливість структурувати процес їх створення та поширення в мережі Internet, а також сприятимуть дослідженню методології їх використання у навчальному процесі.

Аналіз інформаційних технологій, необхідних для створення навчального 3D контенту, сприяє більш гнучкому плануванню процесу розробки відповідних матеріалів і вибору програмних засобів із урахуванням ресурсів та поставлених задач.

Серед подальших напрямів досліджень із цієї тематики доречно запропонувати такі: створення методології залучення навчальних тривимірних моделей до вивчення всього курсу стереометрії; дослідження впливу 3D комп'ютерних моделей на розвиток розумових здібностей мислення як учнів, так і студентів педагогічних ВНЗ математичних спеціальностей; вивчення засобів створення навчальних тривимірних моделей.

#### Список використаних джерел

1. Джамбруно М. Трехмерная графика и анимация / М. Джамбруно. – М.: Вильямс, 2002 г. – 640 с.
2. Ленчук І. Г. Система навчання майбутнього вчителя конструктивної геометрії : монографія / І. Г. Ленчук. – Житомир, Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2011 р. – 360 с.
3. Ленчук І. Г., Мосіюк О. О. 3D моделі. Властивості паралельного проєкціювання [Електронний ресурс] / І. Г. Ленчук, О. О. Мосіюк. // Офіційний сайт sketchfab.com. – Режим доступу : <https://skfb.ly/6tJwx>. – (07.09.2017). – Назва з екрану.
4. AUTODESK [Електронний ресурс] / Офіційний сайт autodesk.com. – Режим доступу : <https://www.autodesk.com/>. – (07.09.2017). – Назва з екрану.
5. Blender [Електронний ресурс] / Офіційний сайт blender.org. – Режим доступу : <https://www.blender.org/>. – (07.09.2017). – Назва з екрану.
6. GeoGebra [Електронний ресурс] / Офіційний сайт geogebra.org. – Режим доступу : <https://www.geogebra.org/?lang=ru>. – (07.09.2017). – Назва з екрану.

7. MODO [Електронний ресурс] / Офіційний сайт foundry.com. – Режим доступу : <https://www.foundry.com/products/modo>. – (07.09.2017). – Назва з екрану.
8. P3d [Електронний ресурс] / Офіційний сайт p3d.in. – Режим доступу : <https://p3d.in/>. – (07.09.2017). – Назва з екрану.
9. Sketchfab [Електронний ресурс] / Офіційний сайт sketchfab.com. – Режим доступу : <https://sketchfab.com/>. – (07.09.2017). – Назва з екрану.
10. The British Museum [Електронний ресурс] / Офіційний сайт sketchfab.com. – Режим доступу : <https://sketchfab.com/britishmuseum>. – (07.09.2017). – Назва з екрану.

#### References

1. Dzhambruno M. Trehmernaya grafika i animatsiya [Three-dimensional graphics and animation] / M. Dzhambruno. – М.: Vilyams, 2002 g. – 640 s.
2. Lenchuk I. G. Systema navchannia maibutnoho vchytelia konstruktivnoi heometrii [The system of training the future teacher of the constructive geometry]: monohrafiia / I. G. Lenchuk. – Zhytomyr, Vyd-vo ZhDU im. I. Franka, 2011 r. – 360 s.
3. Lenchuk I. G., Mosiiuk O. O. 3D modeli. Vlastyvoli paralelnoho proektsiuvannia [3D models. Properties of parallel projection] [Elektronnyi resurs] / I. G. Lenchuk, O. O. Mosiiuk. // Ofitsiynyi sait sketchfab.com. – Rezhym dostupu : <https://skfb.ly/6tJwx>. – (07.09.2017). – Nazva z ekranu.
4. AUTODESK [Elektronnyi resurs] / Ofitsiynyi sait autodesk.com. – Rezhym dostupu : <https://www.autodesk.com/>. – (07.09.2017). – Nazva z ekranu.
5. Blender [Elektronnyi resurs] / Ofitsiynyi sait blender.org. – Rezhym dostupu : <https://www.blender.org/>. – (07.09.2017). – Nazva z ekranu.
6. GeoGebra [Elektronnyi resurs] / Ofitsiynyi sait geogebra.org. – Rezhym dostupu : <https://www.geogebra.org/?lang=ru>. – (07.09.2017). – Nazva z ekranu.
7. MODO [Elektronnyi resurs] / Ofitsiynyi sait foundry.com. – Rezhym dostupu : <https://www.foundry.com/products/modo>. – (07.09.2017). – Nazva z ekranu.
8. P3d [Elektronnyi resurs] / Ofitsiynyi sait p3d.in. – Rezhym dostupu : <https://p3d.in/>. – (07.09.2017). – Nazva z ekranu.
9. Sketchfab [Elektronnyi resurs] / Ofitsiynyi sait sketchfab.com. – Rezhym dostupu : <https://sketchfab.com/>. – (07.09.2017). – Nazva z ekranu.
10. The British Museum [Elektronnyi resurs] / Ofitsiynyi sait sketchfab.com. – Rezhym dostupu : <https://sketchfab.com/britishmuseum>. – (07.09.2017). – Nazva z ekranu.

#### FEATURES OF CREATING COMPUTER 3D MODELS FOR EDUCATIONAL CONTENT OF THE CLOUD LMS FROM STEREOOMETRY

I.G. Lenchuk, O.O. Mosiiuk

Zhytomyr Ivan Franko State University, Ukraine

**Abstract.** *The article describes questions for using three-dimensional computer models in the educational process of the training next teacher of mathematics. The author analyzed opportunities of the specialized programs for creating 3D content. He also indicated to importance of using online services for review 3D models. In their opinion, these services will simplify the development process of training materials for the creation of the courses in the stereometry for cloud LMS sphere. They also indicated to the possible tools for creating and hosting 3D content (program Blender and service Sketchfab.com).*

*The article demonstrates and describes requirements for the design of digital three-dimensional stereometric images. They allow choose tools for creating 3D models of the geometric figures. Proposed requirements systematize the process of their creation and distribution in the network. For approve the search results, the authors described an example of three-dimensional computer models for the topic "Properties of parallel projection", which created with Blender 3D and posted on Sketchfab.com.*

*In conclusion, the authors emphasized on importance of scientific research on this topic and indicate promising directions of research.*

**Key words:** *3D model of stereometric figure, image, projection drawing, Blender 3D, Sketchfab.com.*