

УДК  
Ожга М.М.  
Українська інженерно-педагогічна академія

## АЛГОРИТМ ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ З ОБ'ЄМНОГО КОМП'ЮТЕРНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ЯК ОСНОВА НАВЧАННЯ СИСТЕМ ТРИВИМІРНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

*У статті визначено основні поняття комп'ютерної графіки. Розглянуто структуру та особливості об'ємного комп'ютерного проектування. Запропоновано алгоритм професійної діяльності об'ємного комп'ютерного проектування як основи вивчення комп'ютерних графічних систем майбутніми інженерами-педагогами.*

**Ключові слова:** об'ємне комп'ютерне проектування, алгоритм професійної діяльності, методика навчання комп'ютерної графіки, моделювання, анімація, текстурування, візуалізація.

**Актуальність.** Поява інформаційних комп'ютерних технологій докорінно змінила характер професійної діяльності. У багатьох галузях людської діяльності комп'ютер став незамінним знаряддям праці.

Одним із підрозділів комп'ютерних технологій є комп'ютерна графіка – спосіб втілення інженерних та дизайнерських ідей в реальність. Комп'ютерна графіка посідає важливе місце в сучасному світі, зокрема все більшої і більшої популярності набуває об'ємна (тривимірна) графіка як засіб створення тривимірних моделей та фотореалістичних зображень.

Важливе значення комп'ютерним графічним системам надають в сфері освіти, зокрема при підготовці інженерів-педагогів.

Актуальним є питання за допомогою якої методики і згідно якого алгоритму проводити навчання комп'ютерної графіки, а саме при вивченні систем об'ємного комп'ютерного проектування. Розробка такої методики має спиратись на особливості професійної діяльності в галузі об'ємного комп'ютерного проектування.

**Аналіз останніх публікацій.** Навчання графічних дисциплін із застосуванням інформаційних комп'ютерних технологій висвітлюються у багатьох наукових працях та розглядаються у різних напрямках. А саме: формування графічних знань і вмінь, що спираються на використання комп'ютерних засобів, висвітлюють В. Бакалова, В. Кондратова, Д. Кільдеров, І. Савенко, І. Семенов, І. Теплицький, Л. Оршанський, М. Козяр, М. Юсупова, Н. Поліщук, Н. Голівер, О. Басков, О. Глазунова, О. Літковець, О. Максимова-Кулішова, П. Буянов, П. Кузьменко, Р. Горбатюк, С. Білевич, С. Коваленко, С. Марченко, С. Осташук, С. Хазіна, Ю. Петрикович, Ю. Рамський, Ю. Фещук, Ю. Яворик та інші; проблеми твердотільного об'ємного комп'ютерного моделювання висвітлюють А. Краснюк, А. Малий, В. Вірченко, В. Малащенко, М. Семенюк, М. Мазур, Н. Бочарова, О. Крестьянполь, О. Стрілець, П. Бездітко, Я. Кіницький, Я. Підгайчук та інші; процес комп'ютерної анімації розглядають вчені Б. Сусь, В. Головань, В. Маміч, Д. Одновол, І. Теплицький, О. Дроздов, О. Теплицький, О. Третяк, О. Шаповал, С. Лисоченко, Ю. Жарких та інші; роботу з елементами комп'ютерного дизайну висвітлюють науковці А. Тимошенко, В. Карабчевський, Д. Захаренко, К. Ручкін, О. Романюк, С. Вяткін, С. Магдаліна та інші.

Аналіз досліджень свідчить, про те, що питанню вивчення графічних дисциплін приділяється багато уваги, але на даний час практично немає робіт у яких би розглядалась і узагальнювались послідовність вивчення систем об'ємного комп'ютерного проектування. Здебільшого розглядаються процеси створення та редагування рисунків, твердотільного моделювання, а процес об'ємного комп'ютерного проектування майже недосліджений.

Незважаючи на велику кількість наукових та практичних робіт, що розглядають окремі етапи, засоби та методи опрацювання інформації у програмних пакетах тривимірної графіки та розробки інженерних об'єктів, відсутні узагальнюючі праці щодо алгоритму діяльності засобами об'ємної комп'ютерної графіки.

З іншого боку, без визначення основних етапів роботи та над тривимірним комп'ютерним проектом, професійних умінь та навичок, які потрібні на кожному із етапів, неможливо побудувати ефективну методику навчання комп'ютерних графічних систем.

Аналіз наукових робіт свідчить про те, що найбільш популярними програмними пакетами в інженерній та освітній галузях є AutoCAD, SolidWorks, КОМПАС-3D та 3DMax, тобто програмні продукти у яких існує інструментарій для твердотільного об'ємного моделювання.

Отже, **метою цієї статті** є визначення сутності, структури, особливостей та розробка алгоритму професійної діяльності об'ємного комп'ютерного проектування як основи вивчення комп'ютерних графічних систем майбутніми інженерами-педагогами.

**Виклад основного матеріалу.** В науковій та методичній літературі з питань застосування та навчання комп'ютерних графічних систем розглядаються різні види діяльності із використанням комп'ютерних засобів – проектування, моделювання, конструювання, дизайн тощо. Часто ці терміни використовують як синонімічні, хоча зміст діяльності в кожному випадку різний. Тому має сенс з'ясувати сутність діяльності проектування та її відмінності від інших.

Проектування – це процес створення проекту, прототипу, праобразу передбачуваного або можливого об'єкта або його стану [3].

Моделювання є одним із етапів проектування, найбільш загального процесу в контексті комп'ютерної графіки.

Взагалі у науці виділяють декілька видів моделювання. Серед них математичне, фізичне, педагогічне, психологічне тощо. У статті ми розглядатимемо комп'ютерне (інформаційне) моделювання – процес дослідження певних об'єктів (явищ, систем, процесів) шляхом побудови їх моделей [1; 2].

За визначеннями тлумачних словників певну аналогію можна провести між проектуванням і конструюванням. Конструювання – це створення чого-небудь у певному складі [1]; процес визначення форми, розмірів, взаємного розташування і параметрів частин та елементів конструкції [4].

Так як проектування це загальний процес, тому одним із етапів є дизайнерська робота як процесу надання об'ємним комп'ютерним моделям візуальних характеристик. Отже, дизайн – це процес і результат художньо-технічного проектування орієнтований на досягнення найповнішої відповідності створюваного об'єкта і середовища загалом [4].

Діяльність об'ємного комп'ютерного проектування у відповідності до її визначення складається з декількох етапів. Але у фахівців немає одностайної думки щодо переліку послідовності та змісту цих етапів.

При виконанні роботи над тривимірною моделлю, в залежності від профілю і спрямування, різні науковці пропонують певні алгоритми, додержуючись яких виконують поставлену задачу, затративши при цьому менше зусиль та часу. Як приклад, для галузі машинобудування науковці Р.М. Горбатюк, В.С. Федорейко та Ю.Я. Петрикович у своїх роботах [5; 6] описують покрокову роботу над створенням об'ємних твердотільних моделей.

Для реконструкції археологічних об'єктів І.О. Варич розглядає створення тривимірної моделі у такій послідовності:

- збір та опрацювання джерельної бази;
- вибір програмного забезпечення для реконструкції;
- побудова тривимірної моделі;
- розробка та застосування матеріалів;
- налаштування джерел освітлення та візуалізація сцени [7].

Цікавою є праця науковців В.М. Бакалнова та О.О. Баскова, які для моделювання від задуму до отримання кінцевого продукту запропонували наступний алгоритм:

- аналіз завдання;
- дослідження об'єктів;
- уявне розчленування моделі на прості складові геометричні тіла;
- моделювання (побудова об'єктів);
- текстурування (використання матеріалів);
- визначення властивостей поверхонь об'єктів для імітації різних властивостей реальних об'єктів (колір, фактура, прозорість, яскравість і ін.);
- освітлення (створення і розміщення джерел освітлення);
- анімація (створення руху) [8, с. 22].

Аналіз наведених вище та аналогічних робіт показав, що запропонована послідовність дій включає в одному переліку види діяльності (наприклад, моделювання, текстурування, анімація), загальні етапи інженерного проектування (аналіз завдання, дослідження об'єктів, вибір

програмного забезпечення тощо), окремі дії, що визначаються функціональними можливостями комп'ютерних засобів (налаштування джерел світла та візуалізація сцени і т. п.).

Для побудови узагальнюючого алгоритму ми виділили характеристики об'єкту проектування (конструкторські особливості – конструкція, динаміка, зовнішній вигляд), етапи проектувальної діяльності (аналіз, моделювання, анімація, текстурування, візуалізація, оформлення документації), структурні та функціональні можливості сучасних графічних комп'ютерних технологій.

На нашу думку, алгоритм побудови тривимірного зображення (анімованого відеокліпу) можна узагальнити і подати за схемою зображеною на рисунку 1.

Хід виконання проекту ми пропонуємо розділити на шість логічних етапів: аналіз, моделювання, текстурування, анімація, візуалізація та оформлення звітної документації. На нашу думку такий поділ є раціональним тому що, на етапі аналізу відбувається збір усіх даних та уявні операції, необхідні для створення комп'ютерного об'ємного проекту. На етапі моделювання робота виконується тільки над створенням тривимірних моделей (сцени). На етапі анімації надають рух існуючим моделям, або ж додають у сцену додаткові об'єкти (камери), і присвоюють їм рух по певних траєкторіях. Етап текстурування характеризується тільки зміною зовнішнього вигляду поверхні попередньо створених моделей. Етап візуалізації характеризується розміщенням джерел світла, вибором ракурсу, створенням необхідних ефектів та налаштуванням камер. Завершальним є етап оформлення звіту з виконаної роботи.

Також, на нашу думку, доцільним буде об'єднати дані етапи у дві групи – конструкторську (моделювання, анімація) та дизайнерську (текстурування, візуалізація). Так як при моделюванні та анімації використовуються інженерні знання та навички, а при текстуруванні та візуалізації – дизайнерські.

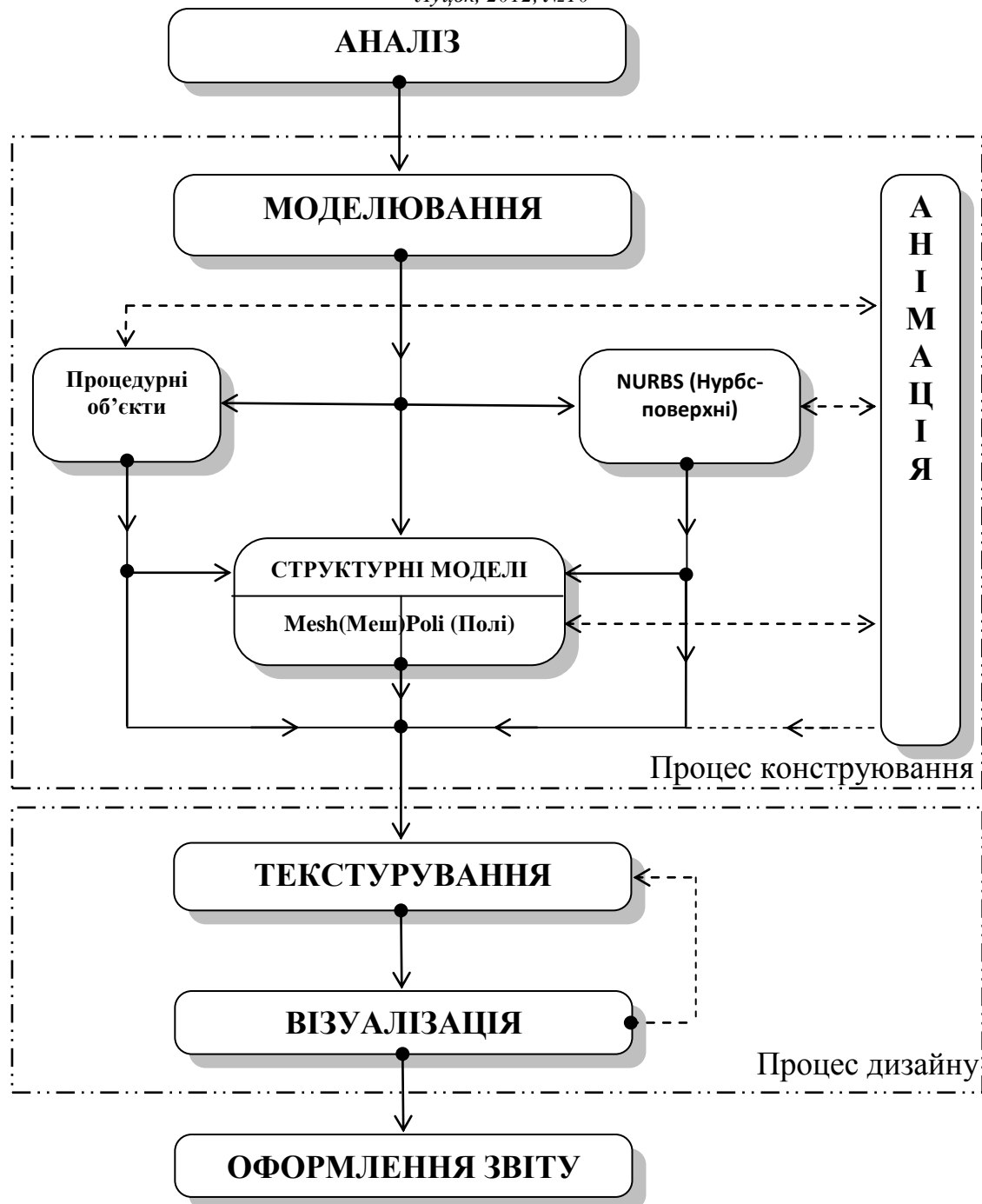


Рис. 1. Алгоритм об'ємного комп'ютерного проектування

Розглянемо кожен із запропонованих етапів.

Першим етапом об'ємного комп'ютерного проектування є аналіз. На нашу думку це один із найважливіших моментів роботи над проектом. Для його вдалого виконання потрібно якнайбільше дізнатися про модельований об'єкт, усі особливості побудови та використання.

Основною *особливістю* цього етапу є уявне складання алгоритму виконання усіх подальших дій та операцій над процесом виконання проекту. Успіх залежить від того наскільки добре розвинуті просторові уява та мислення, здатність абстрагувати, конструкторські та дизайнерські якості, наскільки добре відомий об'єкт проектування тощо.

Саме на етапі аналізу вирішуються такі питання як: вибір програмного забезпечення; тип моделей; інструменти моделювання; текстури та механізми візуалізації. Звичайно, в процесі виконання роботи певні рішення можуть бути змінені.

Наступним, у виконанні проекту, є етап моделювання. Він по своїй суті є найбільш довготривалим. Більшість наукової літератури по роботі з моделювання висвітлюють його

технічний аспект. Написані вони фахівцями із багаторічним стажем роботи з моделювання і часто початківцеві важко зрозуміти процедуру і засвоїти способи діяльності.

Як свідчить досвід, після отримання завдання практично у кожного виникає питання: "З чого почати?". Для того щоб дати відповідь на це запитання відзначимо основну особливість етапу моделювання – вдале визначення формуючого елемента майбутньої моделі, над яким будуть виконуватись усі подальші операції перетворення та редагування. Від того, наскільки вдало буде визначена основна складова моделі, залежить багато різних факторів, а найважливіший із них – це час затрачений на моделювання. Наприклад, у випадку коли предмет симетричний, то доцільно буде змоделювати одну його половину, а потім віддзеркалити її. Якщо ж об'єкт симетричний відносно осі обертання, його побудову краще виконувати за допомогою операції обертання. Прикладом буде побудова вала. Для створення його об'ємної моделі можна послідовно прикріпляти один циліндр до іншого, або ж накреслити контур вала та вказати вісь обертання при цьому значно зменшивши затрати часу та зусиль. Ефективність роботи фахівця залежить від того, наскільки він може оперативної та якісно виконати поставлену задачу.

Отже, на етапі моделювання перед користувачем стоїть завдання вибору способу моделювання та визначення типу моделей.

Існують декілька типів моделей. У кожного із них свої особливості створення моделей. У цій статті ми розглянемо найбільш використовувані моделі, а саме:

- процедурні об'єкти;
- Poly (Полі);
- Mesh (Меш);
- NURBS (Нурбс-поверхні).

Приклад моделей утворених різними способами моделювання представлені на рисунку 2.

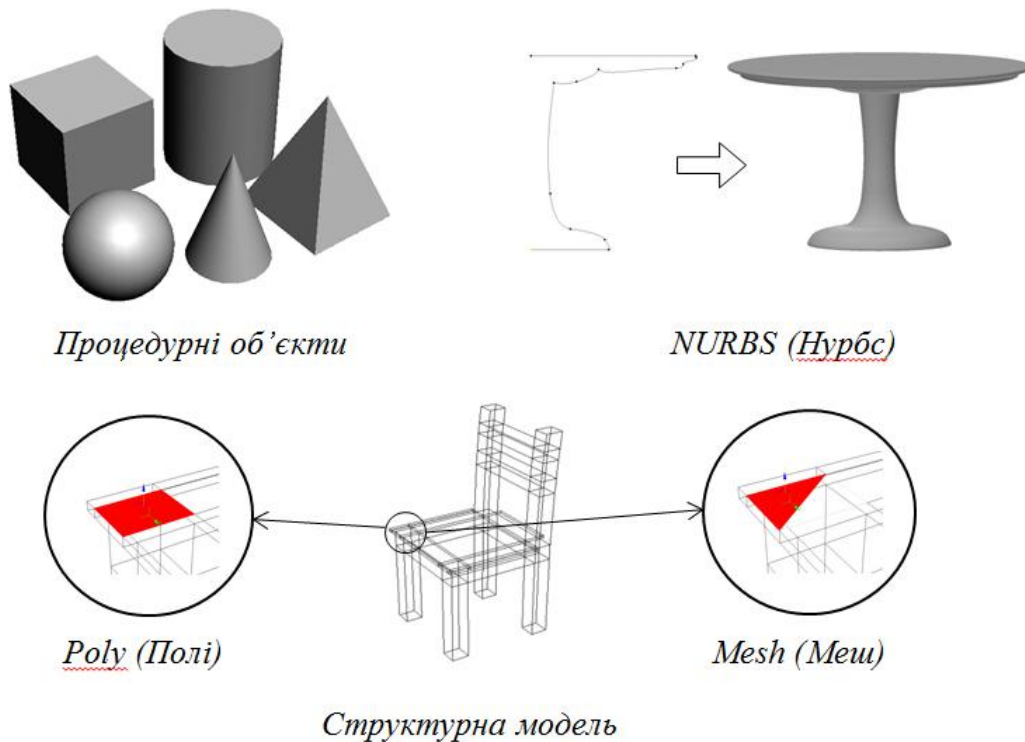


Рис.2. Типи моделей

Говорячи про процедурні об'єкти ми маємо на увазі такі геометричні тіла як сфера, куб, циліндр тощо. Їхня форма відома користувачеві та закладена в базу даних програмного забезпечення. При створенні процедурного об'єкта, наприклад циліндра, ми задаємо його радіус та висоту, саму ж циліндричну форму ми змінити не можемо.

Отже, процедурні об'єкти – це об'єкти із заздалегідь відомою формою, які можна редагувати лише на рівні характерних параметрів.

Моделі типу Poly (Полі) представляють собою полігональну сітку (своєрідний каркас) довільної форми. Плавність поверхні моделі залежить від того наскільки великою буде полігональна сітка – сукупність вершин, ребер, граней, які визначають форму моделі. Сітку Poly-

моделі можна редагувати переміщуючи, видаляючи і додаючи її грані, ребра і вершини у відповідних режимах редагування: Vertex (Вершина), Edge (Ребро), Border (Кордон), Polygon (Полігон) і Element (Елемент). Такий спосіб створення тривимірних об'єктів називається моделюванням на рівні підоб'єктів.

Mesh-моделі за своєю структурою схожі на Poly-моделі, та редагуються схожими інструментами. Основна їх відмінність полягає у тому, що в основі полігональної сітки у Mesh-моделей трикутник форми, а Poly – прямокутної.

NURBS (Нурбс-поверхня) – це кардинально інший по відношенню до попередніх спосіб подання форми моделі. Поверхня описується за допомогою кривих плавних ліній – Без'є-сплайнів (Bezier-spline або B-spline). Даний метод дозволяє зручно працювати з "м'якими" поверхнями, округлими та такими, у яких є вісь обертання.

Нурбс-моделі мають власний набір підоб'єктів та інструментарій їх редагування.

Отже, основним завданням на цьому етапі проектування є вибір правильного способу створення моделей. При роботі на етапі моделювання розвиваються такі індивідуальні якості як логічне мислення, просторова уява, уміння маніпулювати об'єктами у своїй свідомості, розкласти їх на складові (підоб'єкти).

Наступним етапом є анімація – процес "оживлення"[9] моделей, надання їм візуальних характеристик динаміки. Цей етап дуже складний та довготривалий процес. Якщо на етапі моделювання ми працюємо із такими вимірами як ширина, висота та глибина, то при створенні анімації появляється четвертий вимір – час.

Основна *особливість* цього етапу полягає у наданні моделям динамічності. Для цього потрібно вказати перший ключовий кадр, потім перейти до іншого, вказати його ключовим і поміняти параметри об'єкта. Проміжні кадри будуть прораховані автоматично і автоматично буде створено комп'ютерну анімацію.

Анімаційні ефекти також можна створювати за допомогою віртуальних камер. Вони виконують таку ж функцію як і справжні – фіксують все те, що потрапляє в їх об'єкти. Причому, якщо в реальності переміщення камери обмежене технічними можливостями, то віртуальну камеру в тривимірній сцені можна помістити куди завгодно і задати їй будь-яку траєкторію руху.

Анімація – не обов'язковий етап роботи над сценою, тому на рисунку 1 взаємодію з етапом моделювання ми відобразили за допомогою штрихових ліній. Анімування виконується лише в тих випадках, коли кінцевий продукт представляється у відеоформаті. Це можуть бути рекламні ролики, презентації, заставки тощо.

Працюючи на етапі анімації, відбувається поглиблення знань в області фізичних процесів, а це вимагає уважності та спостережливості, розвиває мислення, просторову уяву та розуміння роботи різних об'єктів як поодиночі так і у певному механізмі чи вузлі.

Переходячи від конструкторської групи виконання проекту до дизайнерської наступним кроком буде робота на етапі текстурування.

Текстурування – процес присвоєння моделям візуальних характеристик матеріалів.

Усі об'єкти реального життя мають свій характерний малюнок по якому ми можемо безпомилково розрізнити їх. Основна *особливість* етапу текстурування полягає у виборі набору атрибутів, які дозволять однозначно ідентифікувати модель.

Моделі, створені в тривимірному графічному редакторі, схожі на кам'яні скульптури з однотонним кольором. Для того, щоб присвоїти їм такі фізичні властивості як колір, рельєфність, прозорість, здатність віддзеркалення тощо, потрібно кожному об'єкту сцени присвоїти характерні особливості сцени – текстурувати сцену.

Матеріали, які відображають в тривимірній графіці, можуть бути різноманітними: дерево, метал, скло, пластмаса тощо. Кожен із них визначається великою кількістю характеристик, наприклад, матова поверхня чи глянцева тощо. Для їх опису використовуються числові значення параметрів (відсоток прозорості, розмір відблиску і т.д.).

Отже, текстура – це сукупність інформації про зовнішній вигляд об'єкта.

Завершальним етапом роботи над об'ємним комп'ютерним проектом є візуалізація – процес одержання зображення моделі (сцени) недоступного для спостереження на етапі текстурування [2]. Невдало виконана візуалізація може звести нанівець всі зусилля по моделюванню, освітленню і текстуруванню. Саме тому візуалізації приділяють особливу увагу.

В залежності від складності та величини сцени буде визначатися тривалість процесу прорахунку. На час візуалізації впливає велика кількість факторів, серед яких кількість використовуваних в сцені джерел освітлення, спосіб візуалізації тіней, складність полігональної

структури об'єктів тощо. Загалом, потрібно знати, що існують багато різних ефектів, за допомогою яких можна надати зображенню реалістичності та правдоподібності.

Візуалізація тривимірної сцени може мати безліч рішень, тому основною *особливістю* при роботі на етапі візуалізації буде досвід користувача. У випадку коли потрібно добитися високого рівня реалістичності, використовують зовнішні візуалізатори, вони дають кращі результати прорахунку.

Одним із основних параметрів створюваного зображення є розмір кадру. Його слід підбирати в залежності від подальшого призначення: для друку – більшим, для використання в Інтернет-мережі, навпаки – меншим.

Ці два етапи тісно пов'язані між собою, адже результат текстування ми можемо побачити після візуалізації. На рисунку 1 зворотній зв'язок між етапами текстування ми зобразили штриховою лінією, тому щоспершу виконуючи процес візуалізації, потрібно встановити невеликий розмір кадру (зменшення часу візуалізації), якщо результат нас не задовольняє то повертаємось на етап текстування і вносимо необхідні корективи.

Робота на дизайнерській групі етапів стимулює розвиток творчих та креативних здібностей. Відбувається ознайомлення з основними характеристиками фото та відео обладнання, що у свою чергу, розширює кругозір.

По завершенні роботи над проектом потрібно сформулювати звіт. Тут потрібно коротко описати процес виконання роботи на кожному із етапів проектування з додаванням зображень (графічних копій екрану) по ходу виконання проекту та вказівки для користування замовників. *Особливістю* цього етапу полягає у необхідності рефлексії – здатності усвідомити свої дії на кожному із етапів.

**Висновки.** У роботі визначено сутність, структуру, особливості та розроблено алгоритм професійної діяльності об'ємного комп'ютерного проектування як основи вивчення комп'ютерних графічних систем майбутніми інженерами-педагогами.

Розроблений алгоритм складається з шести етапів, частина яких утворює конструкторську та дизайнерську групи. Між етапами встановлено прямі та зворотні зв'язки, які визначають послідовність професійної діяльності.

Розроблений алгоритм професійної діяльності об'ємного комп'ютерного проектування може стати основою методики навчання, що дозволить комплексно розвивати у майбутніх інженерів-педагогів як конструкторські так і дизайнерські здібності, що в свою чергу підвищить їх професіоналізм.

Перспективною подальших досліджень вважаємо необхідність розроблення алгоритму навчання систем об'ємного комп'ютерного проектування майбутніх інженерів-педагогів на основі визначеної структури та особливостей професійної діяльності з об'ємного комп'ютерного проектування.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Тлумачний словник української мови [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uktdic.appspot.com>.
2. Великий тлумачний словник АBBYYLingvo [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.lingvo.ua/uk/Interpret/uk>
3. Русский язык [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.classes.ru/all-russian/russian-dictionary-encycl-term-45821.htm>
4. Словари и энциклопедии на Академике [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dic.academic.ru/>
5. Горбатюк Р.М., Федорейко В.С. Застосування навчального програмного забезпечення у підготовці майбутніх учителів технології / Р.М. Горбатюк, В.С. Федорейко // Збірник наукових праць Бердянського державного педагогічного університету (Педагогічні науки). – Бердянськ : БДПУ, 2011. – № 3. – С. 340 с.
6. Горбатюк Р.М., Петрикович Ю.Я. Формування вмінь і навичок у майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю засобами інформаційно-комунікаційних технологій / Р.М. Горбатюк, Ю.Я. Петрикович // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво : міжвуз. зб. – Луцьк, 2012. – Вип. 8. – С. 128-203.
7. Варич І.О. Застосування методів комп'ютерного 3D моделювання для реконструкції археологічних об'єктів (на прикладі житла КЛСК) / І.О. Варич // Прикл. геом. та

інж. графіка /Праці Тавр. держ. агротехнолог. ун-ту. – Мелітополь: ТДАТУ.–Вип. 4, Т.54.– 2012.– С. 15-21.

8. Бакалова В.М., Баскова О.О. Алгоритм моделювання тривимірних об'єктів при викладанні курсу "Компютерна графіка" /В.М. Бакалова, О.О. Баскова // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво : міжвуз. зб. – Луцьк, 2011. – Вип. 6. – С. 22-23.

9. Безклубенко С.Д. Як робиться фільм (види і жанри) / С.Д. Безклубенко [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc\\_Gum/Pk1/2009\\_25/Bezklubenko\\_S.D.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Pk1/2009_25/Bezklubenko_S.D.pdf)