

4. Zakharchyn G. M. Osoblyvosti vykladannia ekonomichnykh dyscyplin u suchasnykh realiakh. [Features of teaching economic disciplines in the modern realities]. Vyshcha shkola, 2019. Vol. 10 (183). S.4 5–54.
5. Pachos Yu., Poltorak V. Interaktyvni metodyky vykladannia dlia pokolinnia Z. [Interactive teaching methods for generation Z]. Nauka, osvita, suspilstvo: realii, vyklyky, perspektyvy, 2019. S. 198–201.
6. Ponomarenko I. V. Internet-marketyng: osoblyvosti vykorystannia ta perspektyvy rozvytku. [Internet marketing: features of use and prospects of development]. Skhidna Yevropa: ekonomika, biznes ta upravlinnia, 2019. Vol. 23. S. 370–376.
7. Riznyk V., Melnyk T. Mikronavchannia yak perspektyvni metod pidgotovky vysokokvalifikovanykh fakhivciv. [Microlearning as a promising method of training highly qualified specialists]. Humanitarium: zb. nauk. pr., 2017. Vol 39/2. S. 71–77
8. Semenenko K. Yu., Skrygun N. P., Kyrylenko I. I. Osoblyvosti zastosuvannia instrumentiv onlain-marketyngu pid chas prosuvannya tovariv u merezhi Internet. [The application features online marketing tools in the promotion of products on the Internet]. Visnyk Odeskogo nacionalnogo universytetu. Seria: Ekonomika, 2017. Vol. 22/12. S. 136–140
9. Syna A. Yu. Obruntuvannia typiv pedagogichnoi vzayemodii vykladacha i studentiv u procesi profesijnoi pidgotovky. [Justification types of educational interaction between teacher and students during training]. Young Scientist, 2018. Vol. 57 (5.3). S. 57–61.
10. Chychynska O. V. Psychologichni osoblyvosti predstavnykiv Z pokolinnia. [Psychological characteristic of generation Z]. Aktualni problemy psykholohii v zakladakh osvity. 2019. Vol. 9. S. 135–142.

УДК 378.1:37:62ID

DOI 10.25128/2415-3605.20.2.5

МИХАЙЛО ОЖГА

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6954-0318>

[ochga@tnpu.edu.ua](mailto:ochga@tnpu.edu.ua)

кандидат педагогічних наук, викладач  
Тернопільський національний педагогічний університет  
імені Володимира Гнатюка  
вул. Максима Кривоноса, 2, м. Тернопіль

ОЛЬГА ПОТАПЧУК

ID ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8041-0031>

[potapolga24@gmail.com](mailto:potapolga24@gmail.com)

кандидат педагогічних наук, викладач  
Тернопільський національний педагогічний університет  
імені Володимира Гнатюка  
вул. Максима Кривоноса, 2, м. Тернопіль

ОЛЕКСАНДР ЯЩИК

ID ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8420-3336>

[sanyTNPU@gmail.com](mailto:sanyTNPU@gmail.com)

кандидат педагогічних наук, викладач  
Тернопільський національний педагогічний університет  
імені Володимира Гнатюка  
вул. Максима Кривоноса, 2, м. Тернопіль

## **ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ПРОЄКТІВ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ СИСТЕМ ТРИВИМІРНОГО ПРОЄКТУВАННЯ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-ПЕДАГОГІВ**

*Обрунтовано актуальність впровадження нових методик і технологій навчання в сучасній інженерно-педагогічній освіті, що забезпечить якісну підготовку фахівців у галузі комп'ютерного 3D проєктування у зв'язку з попитом суспільства на застосування технологій тривимірного проєктування в усіх галузях людської діяльності: інженерії, освіті, мистецтві, архітектурі, дизайні, будівництві тощо. Розглянуто методи вивчення систем 3D проєктування у підготовці майбутніх інженерів-педагогів в*

галузі комп'ютерних технологій відповідно до трьох напрямів тривимірного проєктування: інженерне проєктування технологічних та архітектурних об'єктів, виробничих систем; розробка сучасних методичних матеріалів для вивчення технологій тривимірного проєктування та друку; навчання технологій тривимірного проєктування майбутніх фахівців, професійна діяльність яких передбачає застосування тривимірної графіки. Здійснено огляд наукових публікацій, присвячених питанню вивчення тривимірного проєктування у вищій школі. Під час аналізу чинних методик навчання графічних дисциплін виявлено, що більшість із них передбачає формування умінь та навичок студентів у системі двовимірної графічної підготовки, питання ж тривимірного проєктування залишаються малодослідженими. Досліджено використання методу проєктів на основі системного підходу при вивченні тривимірного комп'ютерного проєктування для активізації творчого і дослідницького потенціалу студентів інженерно-педагогічних спеціальностей; запропоновано модель професійної діяльності із 3D проєктування з детальним обґрунтуванням усіх її етапів: аналізу, анімації, моделювання, текстурування, візуалізації та оформлення звіту для ефективного усвідомлення студентами послідовності цих етапів та особливості роботи із ними; як основний інструментарій проєктування використано програмний продукт компанії Autodesk – 3ds MAX; розроблено алгоритм використання методу проєктів на прикладі вивчення дисципліни «Тривимірне моделювання та анімація».

**Ключові слова:** 3D проєктування, метод проєктів, аналіз, анімація, моделювання, текстурування, візуалізація підготовка інженерів-педагогів, галузь комп'ютерних технологій.

МИХАИЛ ОЖГА

кандидат педагогических наук, преподаватель  
Тернопольский национальный педагогический университет  
имени Владимира Гнатюка  
ул. Максима Кривоноса, 2, г. Тернополь

ОЛЬГА ПОТАПЧУК

кандидат педагогических наук, преподаватель  
Тернопольский национальный педагогический университет  
имени Владимира Гнатюка  
ул. Максима Кривоноса, 2, г. Тернополь

АЛЕКСАНДР ЯЩИК

кандидат педагогических наук, преподаватель  
Тернопольский национальный педагогический университет  
имени Владимира Гнатюка  
ул. Максима Кривоноса, 2, г. Тернополь

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ПРОЕКТОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ СИСТЕМ 3D ПРОЕКТИРОВАНИЯ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ-ПЕДАГОГОВ

Обоснована актуальность внедрения новых методик и технологий обучения в современной инженерно-педагогическом образовании, что обеспечит качественную подготовку специалистов в области компьютерного 3D проектирования в связи со спросом общества на применение технологий трехмерного проектирования во всех областях человеческой деятельности: инженерии, образовании, искусстве, архитектуре, дизайне, строительстве и тому подобное. Рассмотрены методы изучения систем 3D проектирования в подготовке будущих инженеров-педагогов в области компьютерных технологий в соответствии с трех направлениях трехмерного проектирования: инженерное проектирование технологических и архитектурных объектов, производственных систем; разработка современных методических материалов для изучения технологий трехмерного проектирования и печати; обучение технологий трехмерного проектирования будущих специалистов, профессиональная деятельность которых предполагает применение трехмерной графики. Осуществлен обзор научных публикаций, посвященных вопросу изучения трехмерного проектирования в высшей школе. При анализе действующих методик обучения графических дисциплин выявлено, что большинство из них предусматривает формирование умений и навыков студентов в системе двумерной графической подготовки, вопросы же трехмерного проектирования остаются малоисследованными. Исследовано использование метода проектов на основе системного подхода при изучении трехмерного

компьютерного проектирования для активизации творческого и исследовательского потенциала студентов инженерно-педагогических специальностей; предложена модель профессиональной деятельности по 3D проектированию с подробным обоснованием всех ее этапов: анализа, анимации, моделирования, текстурирования, визуализации и оформления отчета для эффективного осознания студентами последовательности этих этапов и особенности работы с ними; как основной инструментальной проектирования использован программный продукт компании Autodesk – 3ds MAX; разработан алгоритм использования метода проектов на примере изучения дисциплины «Трёхмерное моделирование и анимация».

**Ключевые слова:** 3D проектирование, метод проектов, анализ, анимация, моделирование, текстурирование, визуализация подготовка инженеров-педагогов, отрасль компьютерных технологий.

MYKHAILO OZHNA

Ph.d., Doctor of Philosophy Sciences  
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University  
2 Maxym Kryvonis Str., Ternopil

OLHA POTAPCHUK

Ph.d., Doctor of Philosophy Sciences  
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University  
2 Maksym Kryvonis Str., Ternopil

OLEKSANDR YASHCHYK

Ph.d., Doctor of Philosophy Sciences  
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University  
2 Maksym Kryvonis Str., Ternopil

### PROJECT METHOD FOR TEACHING 3D DESIGN SYSTEMS TO FUTURE ENGINEERS-TEACHERS

*The article substantiates the relevance of the introduction of new methods and technologies of teaching in modern engineering-pedagogical education, which will provide quality training of specialists in the field of computer 3D design in connection with demand of society for the use of three-dimensional design technologies in all fields of human activity: engineering, education, art, architecture, design, construction, etc. The following methods of studying 3D design systems in professional training of future engineers-teachers in the field of computer technology have been considered in accordance with three directions of three-dimensional design: engineering design of technological, architectural objects, and production systems; development of modern methodical materials for studying three-dimensional design and printing technologies; teaching technologies of three-dimensional design to future specialists, whose professional activity involves the use of three-dimensional graphics.*

*A review of scientific publications devoted to the study of three-dimensional design in higher education has been carried out. The analysis of current methods of teaching graphic disciplines states to the fact that most of them provide the formation of skills and abilities of students in the system of two-dimensional graphic training, whereas the issues of three-dimensional design remain poorly studied. The purpose of the article is to describe the methodology for teaching three-dimensional design systems to future engineers-teachers in the field of computer technology using the project method to determine the optimal strategy for development of both engineering and pedagogical components of their professional development.*

*The article studies the use of the project method based on a systematic approach in the study of three-dimensional computer design to enhance the creative and research potential of students of engineering-pedagogical specialities. The paper introduces a model of professional activity in 3D design with a detailed justification of all its stages: analysis, animation, modeling, texturing, visualization and report for students' effective understanding of the sequence of these stages and the peculiarities of working with them; Autodesk software product – 3ds MAX was used as the main design tool. An algorithm for the use of the project method was developed on the example of studying the discipline “Three-dimensional modeling and animation”. The following prospects for further research have been proposed: the definition of theoretical foundations and the development of teaching methods for three-dimensional computer design for future engineers-teachers in the process of studying professionally oriented disciplines.*

*Keywords: 3D design, project method, analysis, animation, modeling, texturing, visualization, training of engineers-educators, the branch of computer technology.*

Розвиток комп'ютерних технологій, їх впровадження у різні галузі людської діяльності спонукають сферу освіти розглядати нові методики і засоби навчання для вдосконалення якості освіти. Це зумовлено постійною необхідністю у фахівцях, які були би конкурентоспроможними на ринку праці. До таких фахівців належать також майбутні інженери-педагоги в галузі комп'ютерних технологій. Особливість професійної діяльності інженерів-педагогів є те, що вони повинні бути не лише хорошими педагогами, а й добре обізнаними інженерами в галузі комп'ютерних технологій.

Сьогодні одним із найбільш затребуваних напрямів комп'ютерних технологій є тривимірне проектування, а тому фахівці цієї галузі мають володіти навичками роботи в середовищах для роботи з тривимірною графікою. Реалістичність об'єктів, створених із використанням технологій тривимірної графіки, дозволяє якнайточніше передати ідею майбутнього виробу, його функціональні можливості, розміри, текстуру, дизайн тощо. Це і зумовлює попит суспільства на застосування технологій тривимірного проектування в усіх галузях людської діяльності: інженерії, освіті, мистецтві, архітектурі, дизайні, будівництві тощо. Крім того, нині широко розповсюджуються технології тривимірного друку, які передбачають вміння роботи в системах тривимірного проектування, призначених для розв'язання спеціалізованих задач фахівцями.

Відтак розвиток і впровадження систем тривимірного проектування у виробничі та невиробничі процеси зумовлює попит на інженерів-педагогів у галузі комп'ютерних технологій, які зможуть ефективно використовувати системи тривимірного проектування у професійній діяльності. Це увиразнює актуальність в сучасній інженерно-педагогічній освіті методик і технологій навчання, що забезпечать формування знань і навичок роботи у сфері тривимірного проектування у майбутніх інженерів-педагогів в галузі комп'ютерних технологій.

На основі цього можна стверджувати, що майбутні інженери-педагоги у галузі комп'ютерних технологій мають здійснювати діяльність у трьох напрямках тривимірного проектування: інженерне проектування технологічних та архітектурних об'єктів, виробничих систем; розробка сучасних методичних матеріалів для вивчення технологій тривимірного проектування та друку; навчання технологій тривимірного проектування майбутніх фахівців, професійна діяльність яких передбачає застосування тривимірної графіки.

Проблемі графічної підготовки майбутніх інженерів-педагогів у наукових працях приділяється значна увага. Зокрема, дослідження програмних продуктів 3D проектування здійснюють І. Воробйов, І. Гніденко, В. Грушка, Т. Дмитрик, Р. Мироняк, І. Лютак та ін.; загальні аспекти формування графічних знань і вмінь з використанням комп'ютерних технологій вивчають В. Бакалова, О. Басков, О. Глазунова, І. Гевко, Н. Голівер, Д. Кільдеров, М. Козяр, В. Кондратова, О. Літковець, С. Марченко, Л. Оршанський, С. Осташук, Ю. Петрикович, Н. Поліщук, Ю. Рамський, І. Савенко, І. Семенов, Ю. Фещук, С. Хазіна, М. Юсупова, Ю. Яворик; процес комп'ютерної тривимірної анімації розглядають В. Головань, О. Дроздов, Д. Одновол, І. Теплицький, О. Теплицький, О. Шаповал; роботу з елементами комп'ютерного дизайну висвітлюють С. Вяткін, Д. Захаренко, В. Карабчевський, С. Магдаліна, О. Романюк, К. Ручкін, А. Тимошенко; принципи проектування в інженерно-педагогічній підготовці досліджують С. Безрукова, Н. Брюханова, О. Коваленко, М. Лазарев; комп'ютеризацію інженерно-педагогічної освіти розглядають Т. Богданова, Б. Гершунський, Г. Козлакова, В. Кошелева, Ю. Машбіц, В. Хоменко та інші дослідники.

Вивчення наукових джерел дозволяє стверджувати, що більшість літератури з тривимірного комп'ютерного проектування має технічний характер або містить опис інструментарію та принципів роботи з ним, а практичні рекомендації щодо його використання під час проектування практично відсутні [3; 4; 10; 11]. Літературні джерела з 3D проектування переважно відображають алгоритм професійної діяльності, у них відсутні моделі навчання. Запропоновані у літературі алгоритми виконання тривимірного проекту репрезентують як окремі етапи проектування, так і окремі операції та дії.

Однак поза увагою залишається врахування дизайнерського аспекту у створенні тривимірних моделей. У ході аналізу чинних методик навчання графічних дисциплін нами

виявлено, що більшість із них передбачає формування умінь та навичок студентів у системі двовимірної графічної підготовки. Натомість розглядається тільки один етап 3D проектування т– вердотільне моделювання [5].

Незважаючи на значну кількість досліджень проблеми навчання систем тривимірного проектування, комплексного виконання тривимірного проекту і побудови на його основі реалістичного зображення або анімованого відеокліпу залишаються недостатньо розглянутими. Не вирішеною є проблема розробки ефективної методики і впровадження педагогічних методів підготовки майбутніх інженерів-педагогів у галузі комп'ютерних технологій при вивченні систем тривимірного проектування.

**Метою статті** є описати методику навчання систем тривимірного проектування майбутніх інженерів-педагогів в галузі комп'ютерних технологій з використанням методу проєктів для визначення оптимальної стратегії професійного розвитку як інженерних, так і педагогічних складових їх фахової підготовки.

Дуже часто навчання графічних дисциплін відбувається на прикладі не зв'язаних між собою завдань, що зумовлено необхідністю вивчення різних технік і способів виконання поставлених графічних завдань. Як результат, суть навчання зводиться до вивчення інструментарію програмного середовища. На нашу думку, навчання систем об'ємного комп'ютерного проектування повинно бути зосереджене не на підході інструментарій → результат, а навпаки: результат → інструментарій (рис. 1).

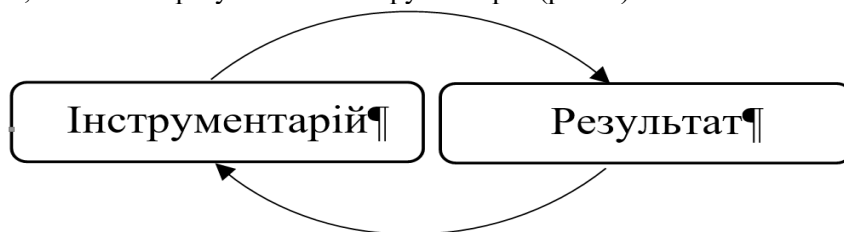


Рис. 1. Підходи до вивчення графічних дисциплін.

Розглянемо поєднання наведеного вище підходу при вивченні тривимірного проектування і використання методу проєктів для активізації творчого та дослідницького потенціалу студентів інженерно-педагогічних спеціальностей.

Серед існуючих методів навчання варто звернути увагу на метод проєктів, який дозволяє органічно інтегрувати знання майбутніх інженерів-педагогів з різних галузей для вирішення окремо взятого практичного завдання. При цьому стимулюється розвиток творчих здібностей особистості студента, креативність і бажання до здобуття нових знань. Використання методу проєктів під час вивчення систем тривимірного проектування дозволить розвивати такі якості студентів: уважність; спостережливість; вміння аналізувати та прогнозувати; самоаналіз; систематизація.

Ми пропонуємо використовувати метод проєктів у поєднанні з окремо взятими завданнями. Незалежні завдання забезпечать студентів базою знань та умінь для подальшого виконання навчального проєкту, який дозволить поглибити знання та навички 3D проектування майбутніх інженерів-педагогів в галузі комп'ютерних технологій. Таким чином, вивчення курсу «Тривимірне моделювання та анімація» поєднуватиме у собі завдання, спрямовані на репродукцію, і завдання творчого характеру, спрямовані на розвиток особистих і професійних якостей студента.

Розглянемо приклад використання методу проєктів у процесі вивчення дисципліни «Тривимірне моделювання та анімація».

Навчання відбувається відповідно до запропонованого алгоритму, в якому розглянуто шість структурних етапів в процесі створення 3D проєкту [1]. До цих етапів належать: аналіз, анімація, моделювання, текстурування, візуалізація, оформлення звіту (рис. 2).

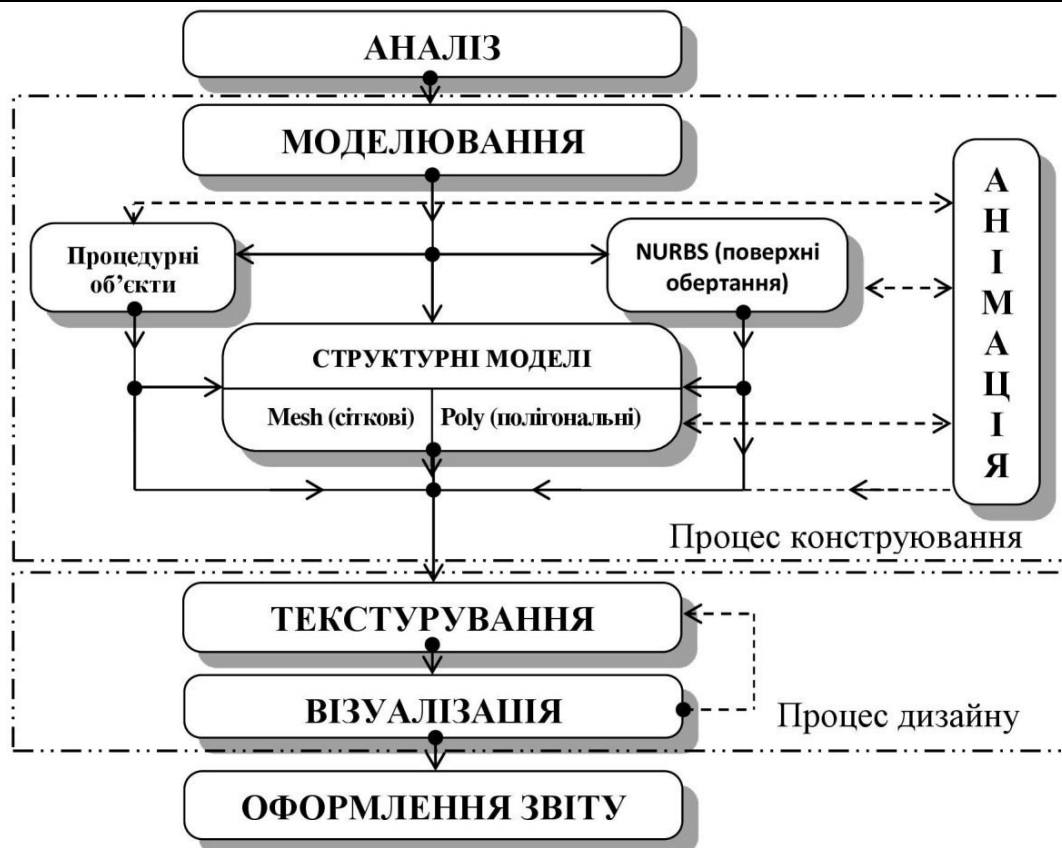


Рис. 2. Модель професійної діяльності із 3D проектування.

Як основний інструментарій проектування використовується програмний продукт компанії Autodesk – 3ds MAX. Теоретична і практична частини курсу повинні взаємодоповнювати одна одну. Лабораторні заняття пропонуємо проводити у такій послідовності. На перших заняттях студенти виконують ряд нескладних завдань, пов'язаних з етапами аналізу та моделювання. Ці завдання дозволять їм ознайомитись із середовищем проектування, його інтерфейсом, робочою зоною та інструментальними панелями, а також будуть основою для подальшої роботи над проектом на етапі моделювання. Наступні лабораторні заняття проводяться із використанням методу проектів. Як приклад, розглянемо створення комп'ютерної моделі навчальної аудиторії.

Першим етапом тривимірного комп'ютерного проектування є аналіз. 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.

Наступним у виконанні проекту є етап моделювання. Він найбільш довготривалий. Більшість наукової літератури висвітлюють технічний аспект моделювання. Написані вони фахівцями із багаторічним стажем роботи з моделювання і часто людині, яка тільки приступає до вивчення тривимірної системи, важко зрозуміти процедуру і засвоїти способи діяльності.

Враховуючи загальний досвід педагогічної діяльності, після отримання завдання практично у кожного виникає питання: «З чого почати?». Щоби відповісти на це запитання, відзначимо основну особливість етапу моделювання: вдале визначення формоутворюючого елемента майбутньої моделі, над яким будуть виконуватися всі подальші операції перетворення та редагування. Від того, наскільки вдало буде визначена основна складова моделі, залежить багато різних факторів, а найважливіший із них – час, витрачений на моделювання. Наприклад, у разі, коли предмет симетричний, доцільно змоделювати одну його половину, а потім

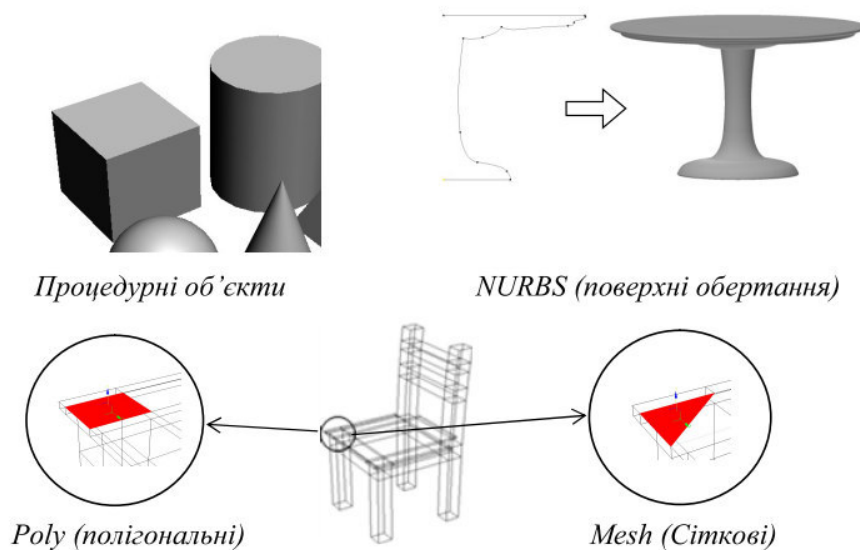
віддзеркалити її. Якщо ж об'єкт симетричний щодо осі обертання, то його побудову краще виконувати за допомогою операції обертання.

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

Існують кілька типів моделей. У кожного з них свої особливості створення моделей. Розглянемо найбільш використовувані моделі, а саме:

- процедурні об'єкти;
- Poly (полігональні);
- Mesh (сіткові);
- NURBS (поверхні обертання).

Приклад моделей, утворених різними способами моделювання, представлено на рис. 3.



Структурна модель

Рис. 3. Типи моделей в 3ds Max.

Так, на етапі моделювання студенти повинні створити сцену (сукупність моделей), яка міститиме стіни, предмети інтер'єру, столи, крісла тощо. Отже, маючи досвід з попередніх лабораторних робіт, частину модельованих об'єктів студенти створюють самостійно, а іншу їм дозволяється завантажувати з готових бібліотек, які є в інтернеті. Якщо вони відтворюють комп'ютерну аудиторію, в якій безпосередньо проводяться заняття з вивчення систем 3D проектування, тоді студентам потрібно обов'язково самостійно створювати наступні елементи проекту: стіни з отворами для вікон і дверей; комп'ютерні столи, плакати і стенди (якщо вони є); шафи тощо.

Оскільки вивчення курсу обмежене часом, а процес моделювання є складним і довготривалим, то моделі крісел, системних блоків, моніторів, клавіатури та мишки студентам дозволено завантажувати з існуючих бібліотек. Вони часто є безкоштовними та вільно доступними в інтернеті. Під час пошуку моделей для власного проекту студенти розширяють свій світогляд та поглиблюють знання з тривимірного проектування. У процесі створення моделей дуже часто потрібно знайти технічне або дизайнерське рішення для якоїсь певної ситуації [6]. Це відповідно змушує студента поглиблювати свої знання не тільки з навчальної дисципліни чи своєї спеціальності, а й з інших сфер людської діяльності, що сприяє різнобічному розвитку його особистості.

Наступним етапом є анімація – процес «оживлення» моделей, надання їм візуальних характеристик динаміки. Він доволі складний і довготривалий. Якщо на етапі моделювання робота відбувається з такими вимірами, як ширина, висота і глибина, то в процесі створення анімації появляється четвертий вимір – час [2].

Спершу студентам пропонується виконати кілька завдань на ознайомлення з особливостями її створення за допомогою ключових кадрів і з використанням кривих анімації,

а також з особливостями налаштування анімаційних параметрів для подальшої візуалізації. На прикладі проекту навчальної аудиторії студентам потрібно виконати анімацію камери, яка прив'язана до якоїсь певної траєкторії, а також створити імітацію руху сонця: коли воно сходить, заходить і в аудиторії вмикається штучне освітлення. Робота над етапом анімації розвиває та поглиблює знання студентів з основ відеографії, кінематики тощо.

При переході від конструкторської групи виконання проекту до дизайнерської здійснюється робота над етапом текстурування, який полягає у присвоєнні моделям візуальних характеристик матеріалів. Усі об'єкти реального життя мають свій характерний малюнок, за яким можна безпомилково їх розрізнити.

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. Щоби присвоїти об'єктові такі фізичні властивості, як колір, рельєфність, прозорість, здатність віддзеркалення тощо, потрібно кожному об'єкту сцени, тобто моделі, надати характерні особливості – текстурувати сцену.

Роботу на цьому етапі пропонуємо розпочати із нескладних завдань, які не пов'язані з моделлю навчальної аудиторії, але забезпечать студентів знаннями основ тривимірного текстурування, його способами та інформацією про додаткові програмні модулі для присвоєння візуальних характеристик моделям. Виконання завдань текстурування доцільно поєднати з етапом візуалізації, щоб студенти могли усвідомлювати, як впливають налаштування текстур на результат їхньої візуалізації.

Після виконання репродуктивних завдань з текстурування студенти продовжують роботу над створенням проекту навчальної аудиторії, а саме: здійснюють пошук текстурних матеріалів або власноруч створюють їх. На цьому етапі проектування студенти поглиблюють свої знання про властивості різних матеріалів, характеристики глянцевого і матових поверхонь, відбивання та заломлення світлових променів тощо.

Завершальним етапом роботи над тривимірним комп'ютерним проектом є візуалізація – процес одержання зображення моделі або сцени (сукупності моделей), недоступного для спостереження на етапі текстурування [9]. Невдало виконана візуалізація може звести нанівець всі зусилля з моделювання, освітлення і текстурування. Саме тому візуалізації приділяють особливу увагу.

Залежно від складності і величини сцени буде визначатися тривалість процесу прорахунку комп'ютером цифрового зображення: чим складніша сцена, тим більше потрібно часу. На час візуалізації впливає значна кількість чинників, серед яких кількість використовуваних у сцені джерел освітлення, спосіб візуалізації тіней, складність полігональної структури об'єктів й ін. Зазначимо, що існує багато різних ефектів, за допомогою яких можна надати зображенню реалістичності і правдоподібності. На цьому етапі проектування критичним параметром є час, адже якщо після візуалізації складного проекту результат нас не задовольнятиме, то відповідно ефективність роботи суттєво знизиться.

Візуалізація тривимірної сцени може мати безліч рішень, тому основною особливістю на етапі візуалізації буде досвід користувача. Оскільки досвід набувається протягом великого проміжку часу, то постає питання: «Як вибрати оптимальний спосіб візуалізації?» [8]. У разі, якщо потрібно добитися високого рівня реалістичності, використовують зовнішні візуалізатори, бо вони дають кращі результати прорахування.

Одним з основних параметрів створюваного зображення є розмір кадру. Його треба підбирати залежно від подальшого призначення: для друку – більше розширення, для використання в інтернеті – менше.

Після виконання візуалізації можна буде переглянути кінцевий результат створюваного проекту і за необхідності скоригувати налаштування текстур або редагувати параметри моделей. На етапі візуалізації студентам потрібно буде вибрати візуалізатор, тобто програмний модуль, який вбудований у редактор тривимірної графіки 3ds MAX чи додатково встановлений на персональному комп'ютері. Відповідно до того, як студенти працюватимуть на етапі візуалізації, вони поглиблюватимуть знання про природні і фізичні явища, зокрема, поширення світла у просторі, ефект туману (робота з частинками), каустики (заломлення світла у різних середовищах та рідинах). Встановлюючи у сцену проекту віртуальні камери, об'єкти, за допомогою яких можна бачити, що саме потраплятиме в поле зору після візуалізації, студенти



матимуть змогу налаштувати практично усі параметри, які притаманні реальній фото- і відеотехніці. Це дасть можливість їм краще зрозуміти, що таке фокусна відстань і як вона впливає на поле зору через об'єктив цифрової техніки, як виокремити або зацентувати увагу на якомусь одному об'єкті віртуальної сцени, використовуючи ефект глибини різкості тощо.

Етапи текстурування та візуалізації тісно пов'язані між собою, адже остаточний результат текстурування можна побачити після візуалізації. На рис. 2 зворотний зв'язок між етапами текстурування та візуалізації зображено штриховою лінією, тобто вона відображає особливості характеру зв'язку між окремими етапами, адже спершу, виконуючи процес візуалізації, потрібно встановити невеликий розмір кадру (зменшення часу візуалізації); якщо результат нас не задовольняє, то повертаємося на етап текстурування і вносимо необхідні корективи.

Робота з дизайнерською групою етапів (текстурування та візуалізація) стимулює розвиток творчих і креативних здібностей. Відбувається ознайомлення з основними характеристиками фото- і відеообладнання, що, відповідно, розширює кругозір.

Після завершення роботи над проєктом потрібно сформулювати звіт. Тут необхідно коротко описати процес виконання проєкту на кожному з його етапів із додаванням зображень (графічних копій екрана) та вказівки для користування замовником. Особливість цього етапу полягає у необхідності рефлексії – здатності усвідомити свої дії на кожному з етапів [7].

Виконання кожного з проєктів відбувається на основі системного підходу. Тому, приступаючи до нового проєкту, уже на інтуїтивному рівні усвідомлюється послідовність етапів та особливості роботи з ними. У процесі створення проєкту навчальної аудиторії студенти застосовують не тільки здобуті навички роботи з програмним засобом 3ds MAX, а й мають змогу оцінити розташування робочих місць щодо санітарно-гігієнічних вимог і техніки безпеки.

Отже, використання методики навчання тривимірного проєктування із застосуванням методу проєктів сприяє формуванню, удосконаленню і розвитку у студентів інженерно-педагогічних спеціальностей комп'ютерного профілю знань, умінь та особистих якостей, які є основоположними для майбутньої професійної діяльності в галузі тривимірного комп'ютерного проєктування. У процесі використання методу проєктів на заняттях із 3D проєктування майбутні інженери-педагоги мають можливість реалізації як інженерної, так і педагогічної складової їх фахової підготовки.

Перспективами подальших досліджень є визначення теоретичних засад і розробка методик навчання тривимірного комп'ютерного проєктування для майбутніх інженерів-педагогів в процесі вивчення професійно орієнтованих дисциплін.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Бакалова В. М., Баскова О. О. Алгоритм моделювання тривимірних об'єктів при викладанні курсу «Комп'ютерна графіка». Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво: міжвуз. збірник. Луцьк, 2011. № 6. С. 22–23.
2. Безклубенко С. Д. Як робиться фільм (види і жанри). Питання культурології: зб. наук. праць. 2009. № 25. С. 13–18.
3. Брехунець А. І. Розвиток творчих здібностей учнів основної школи засобами графічних задач з креслення: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. К., 2011. 18 с.
4. Василько Ю. А., Баранецька О. Р. Нові методики у навчальному процесі з використанням моделювання. Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. Луцьк, 2011. № 6.
5. Єрмакова С. С. Моделювання процесу професійної підготовки майбутніх викладачів ВТНЗ з використанням технологій випереджального розвитку. Вісник Черкаського університету. Серія «Педагогічні науки». 2011. № 199. Ч. II. С. 15–23.
6. Комп'ютерна графіка. URL: <http://myrefs.org.ua/index.php?view=article&id=79>
7. Методика професійного навчання: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів інженерно-педагогічних спеціальностей / О. Е. Коваленко, Н. О. Брюханова, Н. В. Корольова, Є. В. Шматков. Харків: ВПП «Контраст», 2018. 488 с.
8. Ожга М. М. Методика навчання систем 3D проєктування майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю : автореф. дис. ... канд. пед. наук. 13.00.02. Харків, 2015. 20 с.
9. Основні поняття та засоби комп'ютерної графіки. URL: [http://informatic-10.at.ua/index/shho\\_take\\_komp\\_39\\_juterna\\_grafika/0-136](http://informatic-10.at.ua/index/shho_take_komp_39_juterna_grafika/0-136)
10. Nevko I., Potapchuk O., Lutsyk I., Yavorska V., Tkachuk V. Methods building and printing 3D models historical architectural objects, in The International Conference on History, Theory and Methodology of

Learning (ICHTML 2020), SHS Web of Conferences 75, 04016 (2020). PP. 325–330. DOI: <https://doi.org/10.1051/shsconf/20207504016>

11. Hevko I., Potapchuk O., Sitkar T., Lutsyk I., Koliasa P. Formation of practical skills modeling and printing of three-dimensional objects in the process of professional training of IT specialists, in The International Conference ICT in education and sustainable futures Workshop (ICSF 2020), E3S Web Conf. 166 (2020) 10016. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016610016>

## REFERENCES

1. Bakalova V. M., Baskova O. O. Alhorytm modeliuвання tryvymirnykh ob'ektiv pry vykladanni kursu «Kompiuterna hrafika». Kompiuterno-intehrovani tekhnolohii: osvita, nauka, vyrobnytstvo: mizhvuz. zbirnyk. Lutsk, 2011. № 6. S. 22–23.
2. Bezklubenko S. D. Yak robytsia film (vydy i zhanry). Pytannia kulturolohii: zb. nauk. prats. Kyiv, 2009. № 25. S. 13–18.
3. Brekhunets A. I. Rozvytok tvorchykh zdbnostei uchniv osnovnoi shkoly zasobamy hrafichnykh zadach z kreslennia: avtoref. dys. ... kand. ped. nauk: 13.00.02. Kyiv, 2011. 18 s.
4. Vasylo Yu. A., Baranetska O. R Novi metodyky u navchalnomu protsesi z vykorystanniam modeliuвання. Kompiuterno-intehrovani tekhnolohii: osvita, nauka, vyrobnytstvo. Lutsk, 2011. № 6.
5. Iermakova S. S. Modeliuвання protsesu profesiinoy pidhotovky maibutnykh vykladachiv VTNZ z vykorystanniam tekhnolohii vyperedzhalnoho rozvytku. Visnyk Cherkaskoho universytetu. Seria «Pedahohichni nauky». 2011. № 199. Ch. II. S. 15–23.
6. Kompiuterna hrafika. URL: <http://myrefs.org.ua/index.php?view=article&id=79>
7. Metodyka profesiinoho navchannia: navchalnyi posibnyk dlia studentiv vyshchykh navchalnykh zakladiv inzhenerno-pedahohichnykh spetsialnostei / O. E. Kovalenko, N. O. Briukhanova, N. V. Korolova, Ye. V. Shmatkov. Kharkiv: VPP “Kontrast”, 2018. 488 s.
8. Osnovni poniattia ta zasoby kompiuternoi hrafiky. URL: [http://informatic-10.at.ua/index/shho\\_take\\_komp\\_39\\_juterna\\_grafika/0-136](http://informatic-10.at.ua/index/shho_take_komp_39_juterna_grafika/0-136)
9. Ozhga M. M. Methods of teaching 3D systems of design of future engineers-teachers of computer profile : author's ref. dis. for science. degree of cand. ped. science: special. 13.00.02 «Theory and methods of teaching (technical disciplines)». Kharkiv, 2015. 20 s.
10. Hevko I., Potapchuk O., Lutsyk I., Yavorska V., Tkachuk V. Methods building and printing 3D models historical architectural objects, in The International Conference on History, Theory and Methodology of Learning (ICHTML 2020), SHS Web of Conferences 75, 04016 (2020). PP. 325–330. DOI: <https://doi.org/10.1051/shsconf/20207504016>
11. Hevko I., Potapchuk O., Sitkar T., Lutsyk I., Koliasa P. Formation of practical skills modeling and printing of three-dimensional objects in the process of professional training of IT specialists, in The International Conference ICT in education and sustainable futures Workshop (ICSF 2020), E3S Web Conf. 166 (2020) 10016. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016610016>