

**РЕАЛІЗАЦІЯ СТЕМ-ПРОЄКТУ “МОДЕЛЮВАННЯ  
ПРОСТОРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ПРАВИЛЬНИХ БАГАТОГРАННИКІВ”  
ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ТВОРЧОГО МИСЛЕННЯ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ**

*and psychology*. No. 45. pp. 13–23. [in Ukrainian].

3. Zymivets, N.V. (2015). Formuvannya proektnoi kompetentnosti osobystosti v osvithomu seredovyschi shliakhom realizatsii sotsialnykh initsiatyv [Formation of the project competence of the individual in the educational environment through the implementation of social initiatives]. Available at: [http://distance.dnu.dp.ua/ukr/conference/2015/osvitniy\\_dosvid\\_v\\_Ukraini/Zi](http://distance.dnu.dp.ua/ukr/conference/2015/osvitniy_dosvid_v_Ukraini/Zi) [in Ukrainian].

4. Kovalchuk, V.I. (2015). Formuvannya proektnoi kompetentnosti uchniv zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv: kontseptualna model [Formation of project competence of students of general educational institutions: a conceptual model]. *Oleksandr Dovzhenko Hlukhiv national pedagogical university Bulletin Series: Pedagogical Sciences*. Vol 28. pp. 26–33. [in Ukrainian].

5. Kuchai, T., Mukan, N., Opachko, M., Kuchai, O. & Chychuk, A. (2021). Proiektna kompetentnist – odyn iz naivazhlyvishykh oriientyriiv u systemi pidhotovky fakhivtsiv [Project competence is one of the most important guidelines in the specialist training system]. *Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies*. No. 10 (114). pp. 140–147. [in Ukrainian].

6. Ortynskyi, V.L. Vydy pedahohichnykh tekhnolohii [Types of pedagogical technologies]. Available at: [http://pidruchniki.com/17190512/pedagogika/vidi\\_pedagogichnih\\_tekhnolohiy](http://pidruchniki.com/17190512/pedagogika/vidi_pedagogichnih_tekhnolohiy) [in Ukrainian].

7. Palamarchuk, V. & Baranovska, O. (2018). Pedahohichni tekhnolohii navchannia v umovakh Novoi ukrainskoi shkoly: vektor rozvytku [Pedagogical technologies of learning in the conditions of the New Ukrainian School: vector of development]. *Ukrainian Pedagogical Journal*, Vol. 3. pp. 60–66. DOI: <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2018-3-60-66> [in Ukrainian].

8. Podobiedova, T.Yu. (2005). Pidhotovka maibutnikh vchyteliv humanitarnoho profilu do pedahohichnoho proektuvannia [Preparation of future teachers of the humanitarian profile for pedagogical design]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Luhansk, 30 p. [in Ukrainian].

9. Sushentseva, L. (2016). Innovatsiini pedahohichni tekhnolohii u protsesi pidhotovky maibutnoho profesiino mobilnoho pedahoha profesiinoho navchannia u vyshchomu navchalnomu zakladi (teoretichnyi aspekt) [Innovative pedagogical technologies in the process of training a future professionally mobile teacher of professional training in a higher educational institution (theoretical aspect)]. *Proceedings. Series: Problems of the methodology of physical, mathematical and technological education*. Vol. 9 (III). pp. 65–70. [in Ukrainian].

10. Nahorna, N.O. (2019). Zmistova kharakterystyka poniattia “proektno-tekhnolohichna kompetentnist” maibutnikh vchyteliv tekhnolohii [Content characteristics of the concept of “project-technological competence” of future technology teachers]. *Scientific notes of the Central Ukrainian State Pedagogical University named after Volodymyr Vynnychenko. Ser.: Pedagogical sciences*, Vol. 177 (2). pp. 20–24. [in Ukrainian].

11. Shevchenko, L.S. (2013). Rozvytok poniattia “pedahohichni tekhnolohii” v pedahohichnii nautsi ta praktytsi [Development of the concept of “pedagogical technologies” in pedagogical science and practice]. *Modern information technologies and innovative teaching methods in the training of specialists: methodology, theory, experience, problems*. No. 36. pp. 484–490. [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 28.02.2024



УДК 371.3:004.896.4

DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4634.2024.301904>

**Олександр Деревянчук**, кандидат фізико-математичних наук,  
доцент кафедри професійної та  
технологічної освіти і загальної фізики  
Чернівецького національного університету  
імені Юрія Федьковича

**РЕАЛІЗАЦІЯ СТЕМ-ПРОЄКТУ “МОДЕЛЮВАННЯ ПРОСТОРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ  
ПРАВИЛЬНИХ БАГАТОГРАННИКІВ” ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ТВОРЧОГО МИСЛЕННЯ  
ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ**

*У статті представлено дослідження, присвячене реалізації STEM-проєкту “Моделювання просторових зображень правильних багатогранників”. Проаналізовано функціональні властивості команд, що використовуються для створення моделей багатогранників. Розглянуті специфікації та параметри команд у програмному забезпеченні для 3D-моделювання, що дають змогу здобувачам освіти краще зрозуміти процес візуалізації та моделювання. Подано покроковий опис процесу створення 3D-моделі октаедра, від базового ескізу до завершеної тривимірної моделі, який включає вибір інструментів моделювання, застосування геометричних перетворень та налаштування параметрів для точної відповідності математичним характеристикам октаедра. На останньому етапі проєкту передбачається фізичне втілення цифрової моделі за допомогою 3D-друку.*

*Ключові слова:* цифровізація освіти; STEM-освіта; STEM-проєкт; STEM-технології; здобувачі освіти.

*Рис. 13. Літ. 25.*

**Oleksandr Derevyanchuk, Ph.D. (Physical and Mathematical),**  
*Associate Professor of the Professional and  
Technological Education and General Physics Department  
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University*

### **IMPLEMENTATION OF THE STEM-PROJECT “MODELING OF SPATIAL IMAGES OF CORRECT POLYHEDONS” AS A MEANS OF DEVELOPING CREATIVE THINKING OF EDUCATION OBJECTIVES**

*The article presents a study devoted to the implementation of the STEM project “Modeling of spatial images of regular polyhedra”. An analysis of the functional properties of the commands used to create models of polyhedra has been carried out. The specifications and parameters of these commands in 3D modeling software are discussed, which contributes to a better understanding of the visualization and modeling processes among the educational students.*

*The step-by-step process of creating a 3D model of an octahedron is analyzed in detail. The first stage is focused on the study of theoretical aspects of polyhedra, including their definition, classification and features of the octahedron. This approach allows students to form a solid theoretical base necessary for further modeling.*

*At the second stage, the analysis of the software for 3D modeling and the study of the functionality of the commands used to create models of polyhedra are carried out. In particular, emphasis is placed on working with the AutoCAD graphic editor, which is important for understanding the visualization process and practical implementation of the project.*

*The third stage involves the step-by-step construction of a three-dimensional model of the octahedron, from the basic sketch to the finished model. At this stage, learners apply theoretical knowledge and practical skills to modeling, using geometric transformations and adjusting model parameters to precisely match the mathematical characteristics of the octahedron.*

*The last stage of the project – printing a three-dimensional model on a 3D printer – is the culmination of the practical part of the work. At this stage, the model file is prepared for printing, materials are selected, printer settings are made, and the printing process itself is carried out. Possible problems in the printing process and methods of solving them are also analyzed. Carrying out mechanical post-processing if necessary allows you to get a high-quality finished model. In this way, applicants learn to solve engineering tasks in a complex manner.*

*It is noted that the implementation of such projects in the educational process contributes to the development of skills in demand in the labor market among students, which in turn increases their competitiveness.*

**Keywords:** digitization of education; STEM-education; STEM-project; STEM-technologies; education seekers.

**П**остановка проблеми. Аналіз ринку праці вказує, що є попит на висококваліфікованих працівників у галузі STEM. Згідно з дослідженням [25], прогнозується зростання попиту на фахівців у сферах штучного інтелекту, інформаційних технологій та інженерії. Унаслідок швидкої технологічної трансформації цей попит виникає у всіх сферах життя. Інтеграція STEM-технологій у навчальні програми закладів вищої освіти є важливим елементом стратегії освіти й відповідає викликам сучасного суспільства.

У “Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на період 2022–2032 рр.” [2] виділено ключові напрями еволюції освітньої сфери та глобальної студентської мобільності до 2030 р. Поставлена проблема полягає у тому, що сучасна освіта інженерно-педагогічних спеціальностей потребує інтеграції інноваційних підходів та технологій для підвищення ефективності навчання і підготовки кваліфікованих фахівців.

Сьогодні затребувані на ринку праці фахівці, які володіють не тільки теоретичними знаннями, а й мають досвід практичної роботи зі складними технологічними об’єктами.

На сучасному ринку праці особливо цінуються фахівці, які не лише володіють теоретичними знаннями, але й мають практичний досвід роботи з високотехнологічними об’єктами.

Традиційні методи навчання лекції, підручники та креслення часто не забезпечують належної наочності та інтерактивності, які є ключовими для глибокого розуміння просторових геометричних об’єктів. Це може спричинити втрату інтересу та мотивації здобувачів освіти і обмежувати їх здатність застосовувати знання на практиці.

Розв’язання цієї проблеми потребує пошуку та впровадження нових підходів у освітній процес. Один із таких підходів є використання комп’ютерного моделювання як інструмента для візуалізації, аналізу та дослідження геометричних об’єктів. Для успішної реалізації цього підходу необхідно докладно вивчити методи моделювання, обрати відповідне програмне забезпечення та розробити ефективні навчальні стратегії для інтеграції цих технологій у процес професійної підготовки майбутніх фахівців.

При вивченні дисциплін “Нарисна геометрія”, “Інженерна графіка” та “Комп’ютерна графіка” традиційні методи навчання не завжди забезпечують належні наочність та інтерактивність, які є важливими для глибокого розуміння просторових геометричних об’єктів. Ця проблема вимагає системного підходу до її розв’язання, включаючи впровадження в освітній процес нових методів. Використання комп’ютерного моделювання є ефективним інструментом для навчання візуалізації, аналізу та дослідження геометричних об’єктів.

**РЕАЛІЗАЦІЯ STEM-ПРОЄКТУ “МОДЕЛЮВАННЯ  
ПРОСТОРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ПРАВИЛЬНИХ БАГАТОГРАННИКІВ”  
ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ТВОРЧОГО МИСЛЕННЯ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ**

Проте для успішної реалізації цього підходу необхідно ретельно проаналізувати методи моделювання, обрати відповідне програмне забезпечення та розробити ефективні навчальні стратегії для інтеграції цих технологій у процес професійної підготовки здобувачів освіти.

**Аналіз досліджень.** У рамках проведеного аналізу велике значення мають дослідження В. Ковальчука та його колег, які розглядають динаміку розвитку вищої освіти у контексті вимог ринку [12; 13]. Особлива увага приділяється цифровізації та інтеграції цифрових технологій у освітній процес закладів вищої освіти [8; 14; 15; 16; 17; 18]. Результати попередніх наших досліджень з підвищення контрастності [5; 6], методів фільтрації [3; 4] та сегментації зображень моделей прототипів [23; 24] за допомогою інтелектуальних комп'ютерних систем [20; 21] та нечіткої логіки [7; 9] є важливими для впровадження цифрових технологій у освітній процес та розробки STEM-проектів.

У науковому дискурсі детально розглядаються вимоги до компетенцій, необхідних фахівцям інженерно-педагогічних спеціальностей для успішної професійної діяльності у сучасних умовах ринку праці. Такий підхід дозволяє майбутнім фахівцям не лише формулювати обґрунтовані висновки, що ґрунтуються на особистому досвіді, але й ефективно використовувати отримані знання у практичній діяльності, пропонуючи індивідуальні або колективні рішення зазначених питань.

**Мета статті.** Описати етапи реалізації STEM-проекту “Моделювання просторових зображень правильних багатогранників” для здобувачів вищої освіти інженерно-педагогічних спеціальностей.

**Виклад основного матеріалу.** Використання моделювання в рамках STEM-освіти передбачає інтеграцію наукових знань, технологій, інженерії та математики через практичні, часто проектно-

орієнтовані завдання, які спрямовані на розв’язання реальних проблем.

Розвиток творчого мислення через використання моделювання в STEM-освіті пропонує низку переваг, які включають: посилення інноваційного потенціалу, адаптивність до змін, розв’язання складних проблем, поліпшення критичного мислення, підвищення впевненості в собі, розвиток персональних і професійних навичок.

Моделювання правильних багатогранників відкриває перед здобувачами освіти світ точної науки, де вони можуть досліджувати властивості фігур, їх симетрію та пропорції. Це не тільки сприяє кращому розумінню абстрактних математичних понять, але й стимулює логічне мислення та просторову уяву. У процесі роботи над проектом, здобувачі освіти навчаються використовувати програми для 3D-моделювання, що є важливою компетенцією у багатьох сучасних професіях.

Реалізація STEM-проекту “Моделювання просторових зображень правильних багатогранників” здійснюється на прикладі октаедра і передбачає такі етапи: розгляд основ теорії багатогранників; аналіз функціональних властивостей команд для побудови багатогранників; покрокову побудову тривимірної моделі октаедра із використанням відповідних команд; друк тривимірної моделі октаедра на 3D-принтері.

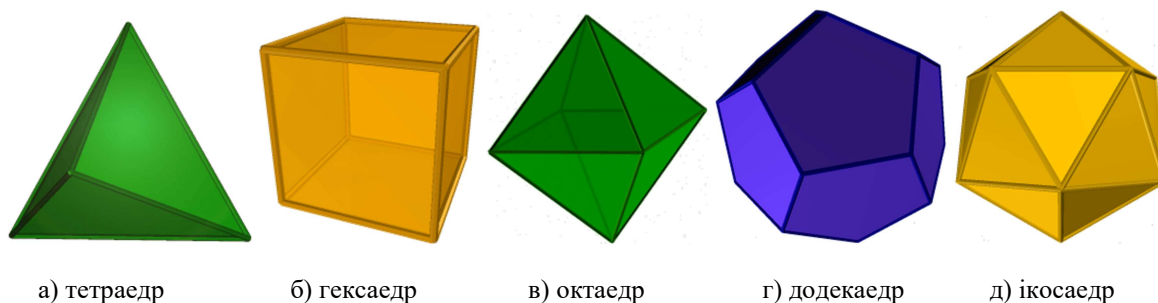
**1. Основи теорії багатогранників.**

На цьому початковому етапі важливо зосередитись на вивченні теоретичних основ багатогранників (рис. 1). Це включає:

– Визначення багатогранника, його властивості та класифікацію.

– Особливості октаедра як виду багатогранника, включаючи кількість граней, вершин та ребер.

Математичні формули, що описують геометрію октаедра.



**Рис. 1. Моделі багатогранників [1]**

**2. Аналіз функціональних властивостей команд для побудови багатогранників.**

Другий етап передбачає аналіз інструментів та команд, які будуть використовуватися для створення тривимірної моделі:

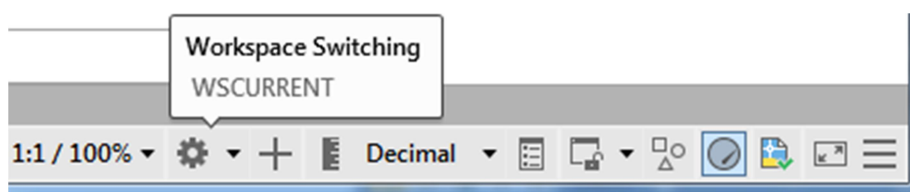
– Вибір програмного забезпечення для 3D-моделювання.

– Вивчення функцій і команд графічного редактора AutoCad, які дають змогу створювати геометричні форми, зокрема октаедр.

Побудова багатогранників вимагає застосування

ряду команд і знань функціональних можливостей графічного редактора AutoCad.

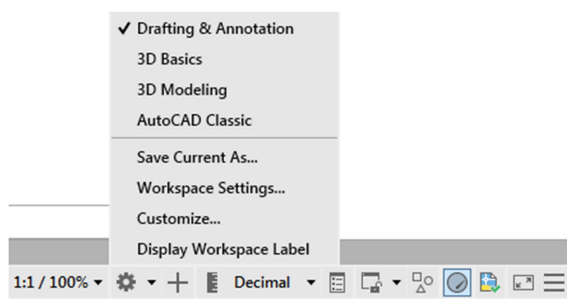
Певні кроки графічних побудов будуть вимагати переходу до різних інтерфейсів головного вікна програми. Отже, наведемо їх загальний вигляд для подальшого на них посилання під час виконання графічного проєкту. Порядок подання буде відповідати їх розташуванню на панелі “Рядок станів”, де присутня опція “Workspace Switching” (Перемикання робочого простору) (рис. 2).



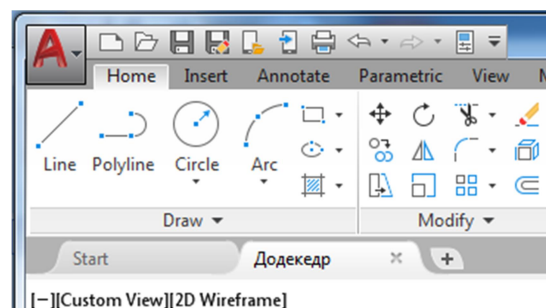
**Рис. 2. Опція “Workspace Switching” (Перемикання робочого простору)**

Лівою клавішею миші (ЛКМ) розгорнемо цю опцію (рис. 3, а) і дослідимо інтерфейс “Drafting

& Annotation” (Складання та анотація) (рис. 3, б).



**а) Розгортка опції**



**б) Складання та анотація**

**Рис. 3. Інтерфейс “Drafting & Annotation”**

У верхній частині програми на вкладці “Home” (Головна) розташовано стрічку системного меню і вкладки панелей інструментів. Серед них:

– “Draw” (Малювати). Меню містить команди викреслювання на екрані графічних примітивів;

– “Modify” (Редагувати). Меню включає команди внесення змін у об’єкти поточного креслення.

Цей інтерфейс використаємо в першій частині проєкту для створення каркасної моделі правильного багатогранника.

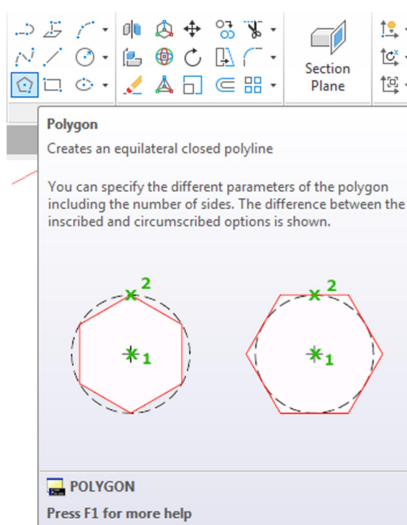
**3. Покрокова побудова багатогранників** із використанням відповідних команд.

На третьому етапі відбувається покроковий опис процесу створення 3D-моделі октаедра від базового ескізу до завершеної тривимірної моделі, включає вибір інструментів моделювання, застосування геометричних перетворень та налаштування параметрів для точної відповідності математичним характеристикам октаедра.

На першому кроці застосуємо для графічних побудов інтерфейс “Drafting & Annotation” (Складання та анотація) щодо створення каркасної моделі багатогранників:

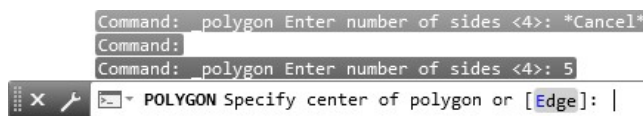
– Активуємо інструмент “Polygon” (Полігон) (рис. 4).

**РЕАЛІЗАЦІЯ STEM-ПРОЄКТУ “МОДЕЛЮВАННЯ  
ПРОСТОРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ПРАВИЛЬНИХ БАГАТОГРАННИКІВ”  
ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ТВОРЧОГО МИСЛЕННЯ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ**



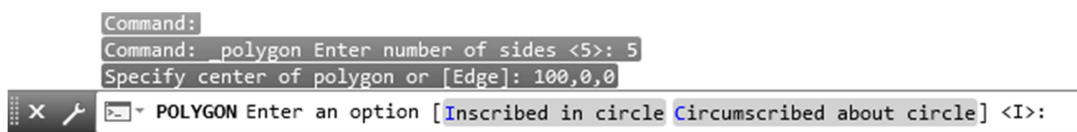
**Рис. 4. Полігон**

На запит “Введіть кількість сторін”, у командному рядку задаємо – 4 для октаедра і натискаємо <Enter> (рис. 5). На запит “Введіть центр полігону”, ЛКМ клацаємо в довільній точці поля і натискаємо <Enter>.



**Рис. 5. Командний рядок програми (задання сторін)**

– Наступним кроком стане відповідь на запит програми “Вписаний в коло, описаний навколо кола”, у командному рядку набираємо – “In” і натискаємо <Enter> (рис. 6).

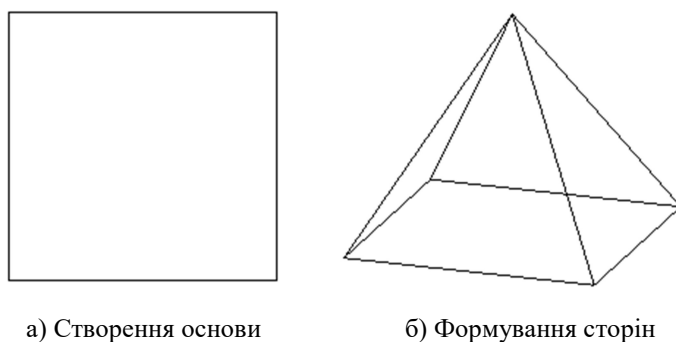


**Рис. 6. Командний рядок програми (відповідь на запит)**

– На запит, введіть радіус кола, набираємо – 100 і натискаємо <Enter> (рис. 7, а).  
Наступною дією стане операція видавлювання сторін майбутніх багатогранників за допомогою команди “Extrude” відносно їх основи. Для тетраедра застосуємо таку послідовність дій:  
– Вводимо команду “Extrude”, <Enter>.  
– “Select objects”: виділяємо контур основи полігону і натискаємо <Enter>.  
– Підводимо курсор до позначки “Taper angle” (Кут звуження), клацаємо на ньому і набираємо число – 20 і натискаємо <Enter> (рис. 7, б).  
– Дослідним шляхом, пересуваючи курсор, формуємо висоту тетраедра.  
Для октаедра процес видавлювання наступний:  
– Вводимо команду “Extrude”, <Enter>.  
– “Select objects”: виділяємо контур основи полігону і натискаємо <Enter>. Підводимо курсор до позначки “Taper angle” (Кут звуження) клацаємо на ньому і набираємо число – 30 і натискаємо <Enter>. Наводимо курсор на другу точку – <Enter> (рис. 7, б).

**РЕАЛІЗАЦІЯ STEM-ПРОЄКТУ “МОДЕЛЮВАННЯ  
ПРОСТОРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ПРАВИЛЬНИХ БАГАТОГРАННИКІВ”  
ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ТВОРЧОГО МИСЛЕННЯ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ**

---

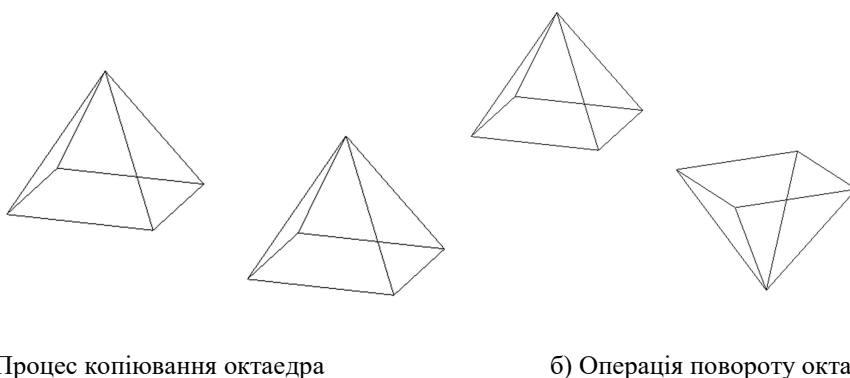


**Рис. 7. Створення октаедра**

– Переконаємось, що побудована модель відповідає тілу Платона. Процес побудов контролюємо, використовуючи операцію “3D Orbit” (3D орбіта) у правій частині екрану.

Для формування другої частини октаедра натискаємо умовне позначення “Сору”

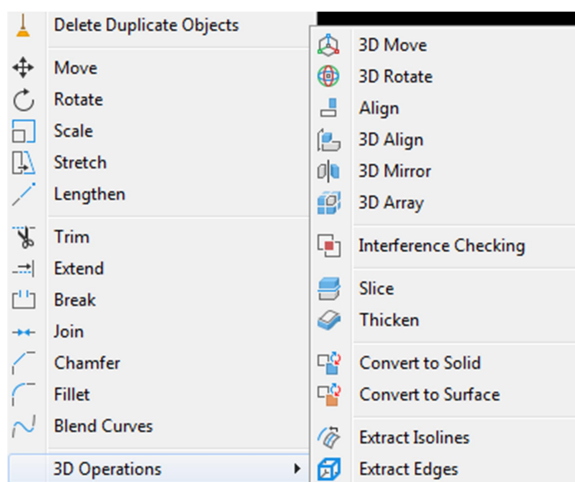
(Копіювати) у меню “3D Modeling” (3D моделювання) або в командному рядку набираємо “Сору” і натискаємо <Enter> (рис. 8, а). Скористаємось операцією “3D Rotate” (Повернути) для більш зручного положення скопійованого октаедра (рис. 8, б).



**Рис. 8. Створення октаедра**

Для об’єднання двох фігур застосуємо команду “Align” (Вирівнювання). Для цього

застосуємо команду “Align” (рис. 9) у меню “Modify” класичного AutoCad.

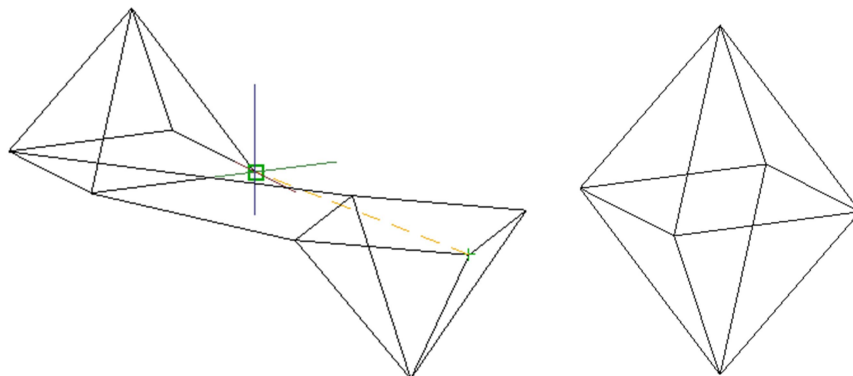


**Рис. 9. Команди редагування моделі**

На запит програми “Виділіть об’єкт”, клацаємо на створеній копії каркасу і натискаємо <Enter>.

На запит “Вкажіть першу точку призначення”,

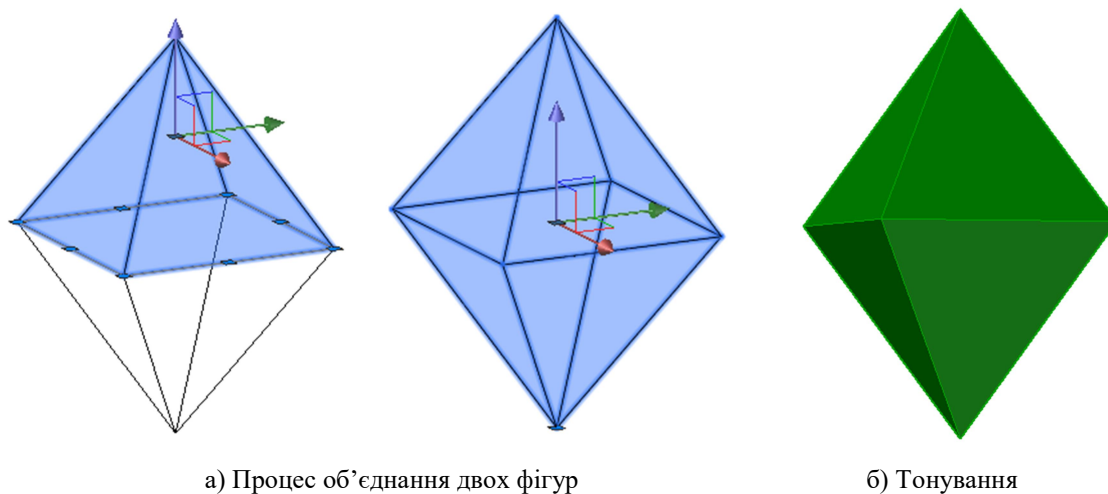
підводимо курсор до місця призначення кута октаедра і клацаємо ЛКМ. Повторюємо попередню процедуру із другим та третім кутом (рис. 10).



**Рис. 10. Операція об’єднання двох фігур**

Оскільки побудована модель складена із двох частин, застосуємо команду “Solid” (Об’єднання) для подальших дій (рис. 11, а).

Завершаємо графічну побудову октаедра застосовуючи операцію “Shaded” (Тонування), перетворивши каркасне зображення в тоноване (рис. 11, б).



**Рис. 11. Графічна побудова октаедра**

#### **4. Друк тривимірної моделі октаедра на 3D-принтері.**

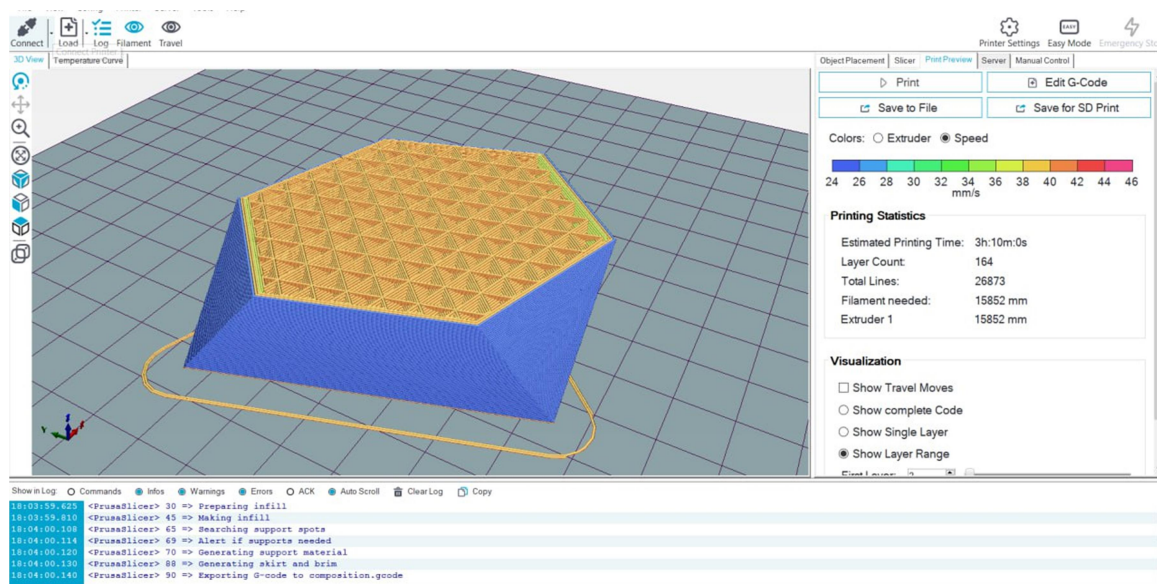
Останній етап проекту передбачає фізичне втілення цифрової моделі за допомогою 3D-друку. Обговорюються підготовка файлу моделі до друку, вибір матеріалів для друку, налаштування 3D-принтера та сам процес друку. Також звертається увага на потенційні проблеми під час друку та методи їх вирішення.

Виготовлення деталі методом 3D-друку включає у себе: моделювання та підготовку до друку, безпосередній друк об’єкту та, за потреби, механічну постобробку [11; 19; 22].

Спроектвану раніше модель октаедра експортують у формат (.stl, .obj) для подальшого нарізання її на шари у відповідному програмному пакеті. Далі модель необхідно повернути та розмістити на столі принтера так, щоб збільшити площу її контакту зі столом та мінімізувати кількість підтримок.

На рисунку 12 зображено вікно програмного пакета Repetier-Host з готовою до друку моделлю октаедра. Слайсинг моделі проводився плагіном Prusa Slicer, що є у складі програмного пакету Pronterface [10].

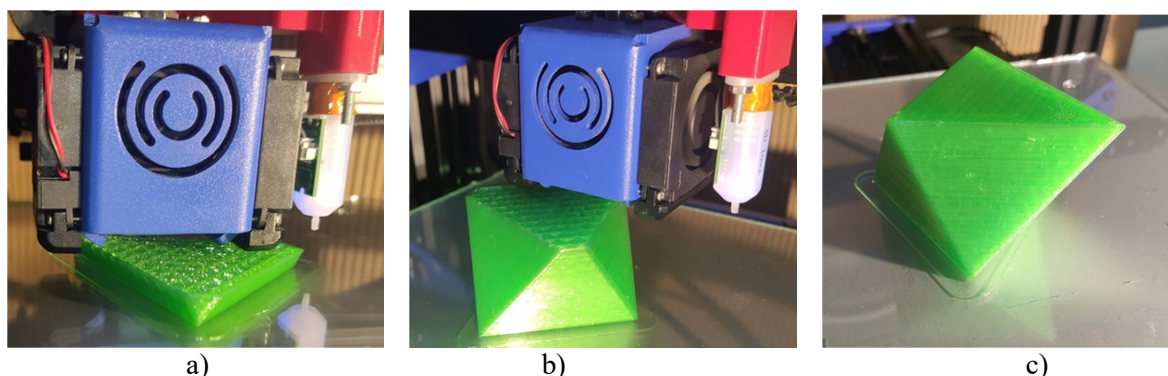
**РЕАЛІЗАЦІЯ STEM-ПРОЄКТУ “МОДЕЛЮВАННЯ  
ПРОСТОРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ПРАВИЛЬНИХ БАГАТОГРАННИКІВ”  
ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ТВОРЧОГО МИСЛЕННЯ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ**



**Рис. 12. Вікно програми Repetier-Host з готовою до друку нарізаною моделлю**

Після успішного завершення процесу друку, при потребі, проводять механічну постобробку. На відміну від SLA друку, FDM не потребує обов'язкового процесу постобробки, і прості

механічні деталі, правильно розміщені на столі, можна використовувати одразу після друку. Процес друку та готова надрукована модель октаедра зображені на рисунку 13.



**Рис. 13. Процес друку октаедра**

Впровадження такого проєкту в освітній процес є важливим кроком на шляху до формування у здобувачів освіти комплексного підходу до розв'язання проблем, здатності до інноваційного мислення та готовності до постійної самоосвіти. Це, зі свого боку, підвищує їхню конкурентоспроможність на ринку праці, оскільки сучасний світ вимагає від фахівців не лише глибоких знань у своїй сфері, але й уміння застосовувати їх у широкому контексті.

**Висновки.** Реалізація STEM-проєкту “Моделювання просторових зображень правильних багатогранників” має великий потенціал для підготовки майбутніх фахівців інженерно-педаго-

гічних спеціальностей. Результати дослідження свідчать про значне поліпшення розуміння здобувачами освіти просторових геометричних об'єктів і принципів їх побудови завдяки використанню програмного забезпечення для моделювання. Упровадження технік комп'ютерного моделювання для збагачення процесу навчання сприяє вдосконаленню STEM-освіти та розвитку творчого мислення майбутніх інженерів-педагогів.

У подальшому планується виконати STEM-проєкт з моделювання зірчастих тривимірних моделей, використовуючи функціональні властивості команд для побудови зірчастих багатогранників.



**РЕАЛІЗАЦІЯ СТЕМ-ПРОЄКТУ “МОДЕЛЮВАННЯ  
ПРОСТОРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ПРАВИЛЬНИХ БАГАТОГРАННИКІВ”  
ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ТВОРЧОГО МИСЛЕННЯ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ**

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Дерев'янчук О.В., Домініков М.М., Кравченко Г.О. Нарисна геометрія та інженерна графіка : навчальний посібник. Чернівці : Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича. 2023. 208 с.
2. Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 роки. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/proshvalennya-strategiyi-rozvitku-vishchoyi-osviti-v-ukrayini-na-20222032-roki-286-> (дата звернення 03.01.2024).
3. Balovsyak S.V., Derevyanchuk O.V., Fodchuk I M., Kroitor O.P., Odaiska Kh.S., Pshenychnyi O.O., Kotyra A., Abisheva A. Adaptive oriented filtration of digital images in the spatial domain. *Proc. SPIE 11176, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments*. 2019. Vol. 11176. P. 111761A-1–111761A-6. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.2537165>.
4. Balovsyak S.V., Odaiska Kh.S. Automatic Determination of the Gaussian Noise Level on Digital Images by High-Pass Filtering for Regions of Interest. *Cybernetics and Systems Analysis*. Vol. 54. № 4. P. 662–670. 2018. DOI: [10.1007/s10559-018-0067-3](https://doi.org/10.1007/s10559-018-0067-3).
5. Balovsyak S.V., Derevyanchuk O.V., Fodchuk I.M. Method of calculation of averaged digital image profiles by envelopes as the conic sections. *Advances in Intelligent Systems and Computing (AISC)*. 2019. Vol. 754. P. 204–212. DOI: [10.1007/978-3-319-91008-6\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-319-91008-6_21).
6. Balovsyak S.V., Derevyanchuk O.V., Kravchenko H.O., Kroitor O.P., Tomash V.V. Computer system for increasing the local contrast of railway transport images. *Proc. SPIE, Fifteenth International Conference on Correlation Optics*. 2021. Vol. 12126. P. 121261E1–7. DOI: [10.1117/12.2615761](https://doi.org/10.1117/12.2615761).
7. Balovsyak S., Derevyanchuk O., Kravchenko H., Ushenko Yu., Hu Z. Clustering Students According to their Academic Achievement Using Fuzzy Logic. *International Journal of Modern Education and Computer Science (IJMECS)*. 2023. Vol. 15. № 6. P. 31–43. DOI: [10.5815/ijmeecs.2023.06.03](https://doi.org/10.5815/ijmeecs.2023.06.03).
8. Derevyanchuk O.V., Kovalchuk V.I., Kramar V.M., Kravchenko H.O., Kondryuk D.V., Kovalchuk A.V., Onufriichuk B.V. Implementation of STEM education in the process of training of future specialists of engineering and pedagogical specialties. *Proceedings of SPIE*. 2024. Vol. 12938. P. 214–217. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.3012996>.
9. Fayek A.R. Fuzzy Logic and Fuzzy Hybrid Techniques for Construction Engineering and Management. *Journal of Construction Engineering and Management*. 2020. Vol. 146. № 7. P. 1–12. DOI: [10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001854](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001854).
10. Ishengoma F.R., Mtaho A.B. 3D Printing: Developing Countries Perspectives. *Int J Comput Appl*. 2014. Vol. 104. № 11. P. 30–34.
11. Kazmer David O., Austin Colon. Injection printing: Additive molding via shell material extrusion and filling. *Additive Manufacturing* 36. 2020. 101469.
12. Kovalchuk V., Maslich S., Tkachenko N., Shevchuk S., Shchypyska T. Vocational Education in the Context of Modern Problems and Challenges. *Journal of Curriculum and Teaching*. 2022. Vol. 11. № 8. P. 329–338. DOI: [10.5430/jct.v11n8p329](https://doi.org/10.5430/jct.v11n8p329).
13. Kovalchuk V. High education system challenges in the context of requirements of labour market and society. *Scientific letters of academic society of Michal Baludansky*. 2016. P. 88–90.
14. Kovalchuk V., Soroka V. Developing digital competency in future masters of vocational training. *Professional Pedagogics*. 2020. № 1. P. 96–103.
15. Kovalchuk V.I., Maslich S.V., Movchan L.G., Lytvynova S.H., Kuzminska O.H. Digital transformation of vocational schools: Problem analysis. *CEUR Workshop Proceedings*. 2022. Vol. 3085. P. 107–123.
16. Kovalchuk V., Tkachenko N., Soroka V., Tomash V., Kovalchuk A. Forming and Developing Future Masters' of Industrial Training of Motor Transport Profile Readiness for Applying Digital Technologies in the Conditions of Education Digitalization. *International journal of computer science and network security*. 2022. Vol. 22. № 5. P. 559–564. DOI: <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2022.22.5.77>.
17. Kovalchuk V., Maslich S., Tkachenko N., Shevchuk S., Shchypyska T. Vocational Education in the Context of Modern Problems and Challenges. *Journal of Curriculum and Teaching*. 2022. Vol. 11, № 8. DOI: [10.5430/jct.v11n8p329](https://doi.org/10.5430/jct.v11n8p329).
18. Kovalchuk V., Androsenko A., Boiko A., Tomash V., Derevyanchuk O. Development of Pedagogical Skills of Future Teachers of Labor Education and Technology by means of Digital Technologies. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*. 2022. V. 22, № 9. P. 551–560.
19. Lukianchuk I., Tulashvili Y., Podolyak V., Horbariuk R., Kovalchuk V., Bazyl S. Didactic Principles of Education Students 3D-printing. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*. 2022. Vol. 22. № 7. P. 443–450.
20. Lytvyn V., Lozynska O., Uhryn D., Vovk M., Ushenko Yu., Hu Z. Information Technologies for Decision Support in Industry-Specific Geographic Information Systems based on Swarm Intelligence. *International Journal of Modern Education and Computer Science (IJMECS)*. 2023. Vol. 15. № 2. P. 62–72.
21. Prokipchuk O., Vysotska V., Pukach P., Lytvyn V., Uhryn D., Ushenko Yu., Hu Z. Intelligent Analysis of Ukrainian-language Tweets for Public Opinion Research based on NLP Methods and Machine Learning Technology. *International Journal of Modern Education and Computer Science (IJMECS)*. 2023. Vol. 15. № 3. P. 70–93.
22. Soloman S. Additive manufacturing technology – 3D printing and design – the 4th industrial revolution. Independently published. 2020. 417 p.
23. Shkurat O. et al. Image Segmentation Method Based on Statistical Parameters of Homogeneous Data Set. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2020. Vol. 902. P. 271–281. DOI: [10.1007/978-3-030-12082-5\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-030-12082-5_25).
24. Tereikovskiy I., Hu Z., Chernyshev D., Tereikovska L., Korystin O., Tereikovskiy O. The Method of Semantic Image Segmentation Using Neural Networks. *International Journal of Image, Graphics and Signal Processing (IJIGSP)*. 2022. Vol. 14. № 6. P. 1–14. DOI: [10.5815/ijigsp.2022.06.01](https://doi.org/10.5815/ijigsp.2022.06.01).
25. The Future of Jobs Report 2023. URL: <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/>.

**REFERENCES**

1. Derevyanchuk, O.V., Dominikov, M.M. & Kravchenko, H.O. (2023). Narysna heometriia ta inzhenerna hrafika: navchalnyi posibnyk [Graphic geometry and engineering graphics]. Chernivtsi, 208 p. [in Ukrainian].

**РЕАЛІЗАЦІЯ СТЕМ-ПРОЄКТУ “МОДЕЛЮВАННЯ  
ПРОСТОРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ПРАВИЛЬНИХ БАГАТОГРАННИКІВ”  
ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ТВОРЧОГО МИСЛЕННЯ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ**

2. Stratehiiia rozvytku vyshchoi osvity v Ukraini na 2022–2032 roky [Strategy for the development of higher education in Ukraine for 2022–2032]. Available at: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-strategiyi-rozvytku-vishchoyi-osviti-v-ukrayini-na-20222032-roki-286> (Accessed 03 Jan. 2024) [in Ukrainian].
3. Balovsyak, S.V., Derevyanchuk, O.V., Fodchuk, I.M., Kroitor, O.P., Odaiska, Kh.S., Pshenychnyi, O.O., Kotyra, A. & Abisheva, A. (2019). Adaptive oriented filtration of digital images in the spatial domain. *Proc. SPIE 11176, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments*. Vol. 11176, pp. 111761A-1–111761A-6. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.2537165>. [in English].
4. Balovsyak, S.V. & Odaiska, Kh.S. (2018). Automatic Determination of the Gaussian Noise Level on Digital Images by High-Pass Filtering for Regions of Interest. *Cybernetics and Systems Analysis*. Vol. 54, No 4, pp. 662–670. DOI: 10.1007/s10559-018-0067-3. [in English].
5. Balovsyak, S.V., Derevyanchuk, O.V. & Fodchuk, I.M. (2019). Method of calculation of averaged digital image profiles by envelopes as the conic sections. *Advances in Intelligent Systems and Computing (AISC)*. Vol. 754., pp. 204–212. DOI: 10.1007/978-3-319-91008-6\_21.
6. Balovsyak, S.V., Derevyanchuk, O.V., Kravchenko, H.O., Kroitor, O.P. & Tomash, V.V. (2021). Computer system for increasing the local contrast of railway transport images. *Proc. SPIE, Fifteenth International Conference on Correlation Optics*. Vol. 12126, pp. 21261E1–7. DOI: 10.1117/12.2615761. [in English].
7. Balovsyak, S., Derevyanchuk, O., Kravchenko, H., Ushenko, Yu. & Hu, Z. (2023). Clustering Students According to their Academic Achievement Using Fuzzy Logic. *International Journal of Modern Education and Computer Science (IJMECS)*. Vol. No. 6, pp. 31–43. DOI: 10.5815/ijmeecs.2023.06.03. [in English].
8. Derevyanchuk, O.V., Kovalchuk, V.I., Kramar, V.M., Kravchenko, H.O., Kondryuk, D.V., Kovalchuk, A.V. & Onufriichuk, B.V. (2024). Implementation of STEM education in the process of training of future specialists of engineering and pedagogical specialties. *Proceedings of SPIE*. Vol. 12938, pp. 214–217. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.3012996>. [in English].
9. Fayek, A.R. (2020). Fuzzy Logic and Fuzzy Hybrid Techniques for Construction Engineering and Management. *Journal of Construction Engineering and Management*. Vol. 146. No. 7, pp. 1–12. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001854. [in English].
10. Ishengoma, F.R. & Mtaho, A.B. (2014). 3D Printing: Developing Countries Perspectives. *Int J Comput Appl*. Vol. 104. No 11, pp. 30–34. [in English].
11. Kazmer, David O., Austin Colon. (2020). Injection printing: Additive molding via shell material extrusion and filling. *Additive Manufacturing* 36, 101469. [in English].
12. Kovalchuk, V., Maslich S., Tkachenko, N., Shevchuk, S. & Shchypyska, T. (2022). Vocational Education in the Context of Modern Problems and Challenges. *Journal of Curriculum and Teaching*. Vol. 11. No 8, pp. 329–338. DOI: <https://doi.org/10.5430/jct.v11n8p329>. [in English].
13. Kovalchuk, V. (2016). High education system challenges in the context of requirements of labour market and society. *Scientific letters of academic society of Michal Baludansky*, pp. 88–90. [in English].
14. Kovalchuk, V. & Soroka, V. (2020). Developing digital competency in future masters of vocational training. *Professional Pedagogics*. No 1, pp. 96–103. [in English].
15. Kovalchuk, V.I., Maslich, S.V., Movchan, L.G., Lytvynova, S.H. & Kuzminska, O.H. (2022). Digital transformation of vocational schools: Problem analysis. *CEUR Workshop Proceedings*, 3085, pp. 107–123. [in English].
16. Kovalchuk, V., Tkachenko, N., Soroka, V., Tomash, V. & Kovalchuk, A. (2022). Forming and Developing Future Masters’ of Industrial Training of Motor Transport Profile Readiness for Applying Digital Technologies in the Conditions of Education Digitalization. *International journal of computer science and network security*. Vol. 22. No 5, pp. 559–564. DOI: <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2022.22.5.77>. [in English].
17. Kovalchuk, V.I., Maslich, S.V., Movchan, L.G., Lytvynova, S.H. & Kuzminska, O.H. (2022). Digital transformation of vocational schools: Problem analysis. *CEUR Workshop Proceedings*. Vol. 3085, pp. 107–123. [in English].
18. Kovalchuk, V., Androsenko, A., Boiko, A., Tomash, V. & Derevyanchuk, O. (2022). Development of Pedagogical Skills of Future Teachers of Labor Education and Technology by means of Digital Technologies. *International Journal of Computer Science and Information Security*. Vol. 22. No 9, pp. 551–560. DOI: <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2022.22.9.71>. [in English].
19. Lukianchuk, I., Tulashvili, Y., Podolyak, V., Horbariuk, R., Kovalchuk, V. & Bazyl, S. (2022). Didactic Principles of Education Students 3D-printing. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*. Vol. 22. No 7, pp. 443–450. [in English].
20. Lytvyn, V., Lozynska, O., Uhryn, D., Vovk, M., Ushenko, Yu. & Hu Z. (2023). Information Technologies for Decision Support in Industry-Specific Geographic Information Systems based on Swarm Intelligence. *International Journal of Modern Education and Computer Science (IJMECS)*. No. 15(2). pp. 62–72. [in English].
21. Prokipchuk, O., Vysotska, V., Pukach, P., Lytvyn, V., Uhryn, D., Ushenko, Yu. & Hu Z. (2023). Intelligent Analysis of Ukrainian-language Tweets for Public Opinion Research based on NLP Methods and Machine Learning Technology. *International Journal of Modern Education and Computer Science (IJMECS)*. Vol. 15. No 3, pp. 70–93. [in English].
22. Soloman, S. (2020). Additive manufacturing technology – 3D printing and design – the 4th industrial revolution. Independently published. 417 p. [in English].
23. Shkurat, O. et al. (2020). Image Segmentation Method Based on Statistical Parameters of Homogeneous Data Set. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Vol. 902, pp. 271–281. DOI: 10.1007/978-3-030-12082-5\_25. [in English].
24. Tereikovskiy, I., Hu Z., Chernyshev, D., Tereikovska, L., Korystin, O. & Tereikovskiy, O. (2022). The Method of Semantic Image Segmentation Using Neural Networks. *International Journal of Image, Graphics and Signal Processing (IJIGSP)*. Vol. 14. No 6, pp. 1–14. DOI: 10.5815/ijigsp.2022.06.01. [in English].
25. The Future of Jobs Report 2023. Available at: <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/>.

Стаття надійшла до редакції 26.02.2024