

УДК 004.09:744

**Особливості викладання інженерної та комп'ютерної графіки для
здобувачів освіти матеріалознавчого профілю у нту «дніпровська
політехніка»**

Дмитро Пустовой

кандидат технічних наук,
доцент кафедри конструювання, технічної естетики і дизайну,
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,
м. Дніпро, Україна
ORCID ID 0000-0002-7040-0005
pustovoi.d.s@nmu.one

Ірина Мацюк

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри конструювання, технічної естетики і дизайну,
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,
м. Дніпро, Україна
ORCID ID 0000-0002-0861-0933
matsiuk.i.m@nmu.one

Анотація. Графічна підготовка студентів технічних напрямів становить основу інженерної освіти. Зміни у державних освітніх стандартах призвели до перегляду змісту та методики викладання даних навчальних дисциплін. Професійні компетенції багатьох дисциплін мають на увазі освоєння студентами засобів комп'ютерної графіки. В статті проаналізовано особливості викладання дисциплін «Інженерна графіка» та «Інформаційні системи в проектуванні, моделюванні та дизайні» здобувачам вищої освіти за спеціальністю 132 «Матеріалознавство». Розробка робочої програми дисципліни є важливою складовою навчального процесу.

Викладання даних дисциплін орієнтоване на використання сучасних графічних редакторів та на формування професійних якостей майбутніх фахівців з матеріалознавства. При проведенні практичних занять у діяльність студента входить виконання завдання у ручному варіанті та подальше виконання креслень у системі автоматизованого проектування з використанням 2D та 3D моделювання. Даний підхід дозволяє сформувати у студентів просторову уяву, яка допоможе в освоєнні модулів навчальної дисципліни. Формування компетентностей щодо засобів зображення просторових форм на площині з використанням комп'ютерних технологій, що є фундаментом, на якому базуються основні правила виконання технічного креслення. Це є необхідним для кадрів з вищої освіти технічних спеціальностей, майбутні виробничі функції яких пов'язані з складанням конструкторської документації, яка повинна відповідати потребам виробництва.

Очікувані результати навчання за цими дисциплінами забезпечують формування навичок та вмінь використання комп'ютерної техніки та сучасного програмного забезпечення під час розроблення нових та удосконалення існуючих технологій у матеріалознавстві.

Ключові слова: матеріалознавство; промислова естетика і сертифікація матеріалів та виробів; графічна освіта; інженерна графіка; інформаційні системи і технології; системи автоматизованого проектування.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Відповідно до стандарту вищої освіти України, першого (бакалаврського) рівня, галузі знань 13 – Механічна інженерія, спеціальності 132 – Матеріалознавство (Стандарт вищої освіти України, 2018), головною ціллю навчання здобувачів вищої освіти є формування у них загальних та професійних компетентностей, необхідних для вирішення матеріалознавчих завдань. Для досягнення цієї цілі фахівець повинен розуміти сутність та параметри технологічних процесів, принципи розроблення нових та удосконалення існуючих технологій у матеріалознавстві. Використання комп'ютерної техніки та сучасного програмного забезпечення значно полегшує проектування систем та технологій у матеріалознавстві і тому потребує формування у майбутніх фахівців відповідних умінь та навичок. Саме для забезпечення цих результатів навчання в освітньо-професійній програмі «Промислова естетика і сертифікація матеріалів та виробів» (2021) передбачено вивчення дисциплін «Інженерна графіка» та «Інформаційні системи в проектуванні, моделюванні та дизайні».

Це інженерна освітня програма яка дає розуміння властивостей матеріалів, розвиває навички роботи з матеріалами засобами інформаційних технологій, розвиває навички проектного менеджменту і маркетингу. Значна роль при підготовці відводиться вивченню програмних продуктів. Основне завдання, зрештою, розробити дизайн речей, які будуть корисні і стануть мати попит.

Метою освітньої програми є формування у майбутніх фахівців здатності розв'язувати складні задачі з матеріалознавства під час комплексного естетичного проектування, функціонального дизайну матеріалів і виробів на основі використання процедур сертифікації для здійснення наукової діяльності спрямованої на створення й упровадження нових продуктів для забезпечення інноваційного розвитку суспільства.

В умовах постійного розвитку професійного інформаційного простору з'явилася можливість використання комп'ютерних програм і технологій для розв'язування складних спеціалізованих задач та вирішення практичних проблем технічного і технологічного характеру у сфері матеріалознавства.

З метою підготовки майбутніх фахівців у сфері матеріалознавства виникає необхідність поліпшення якості освітнього процесу за допомогою сучасних методів навчання, які забезпечуються відповідними компетенціями. Для цього, в освітній процес підготовки включені дисципліни «Інженерна графіка» та «Інформаційні системи в проектуванні, моделюванні та дизайні», які викладаються кафедрою конструювання, технічної естетики і дизайну. Вивчення цих дисциплін сприяє професійно-орієнтованому навчанню. Як відомо, на

сьогоднішній день основним завданням вищої освіти є формування конкурентоспроможного фахівця, а випускник, який вільно володіє відповідними компетенціями, буде затребуваний в сфері матеріалознавства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Навчальним планом освітньо-професійної програми «Промислова естетика і сертифікація матеріалів та виробів» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 132 «Матеріалознавство» передбачено вивчення студентами в другому семестрі першого курсу дисципліни «Інженерна графіка» загальним обсягом 120 год. (4 кредити ЄКТС), і в другому семестрі третього курсу – «Інформаційні системи в проектуванні, моделюванні та дизайні» загальним обсягом 120 год. (4 кредити ЄКТС). Дисципліни включають лекційні заняття, комп'ютерний практикум, виконання графічної роботи та самостійні заняття.

Вивчення дисциплін «Інженерна графіка» та «Інформаційні системи в проектуванні, моделюванні та дизайні» забезпечує реалізацію програмного результату ПРО1: знати сучасні теорії, підходи, фундаментальні положення з біології, хімії, фізики, математики, біотехнології та фахових і прикладних інженерно-технологічних дисциплін для моделювання та вирішення конкретних матеріалознавчих задач у виробничій сфері, передбачуваного стандартом (Стандарт вищої освіти України, 2018).

Метою дисципліни «Інженерна графіка» (Пустовой & Савельєва, 2020) є формування компетентностей щодо засобів зображення просторових форм на площині з використанням графічних зображень та комп'ютерних технологій, що є основою виконання технічного креслення. Це є необхідним для майбутніх фахівців із в сфері матеріалознавства, виробничі функції яких пов'язані зі складанням конструкторської документації, яка повинна відповідати потребам в сфері матеріалознавства.

Очікувані дисциплінарні результати навчання за цією дисципліною наступні:

- розробляти технічну документацію, яка базується на вмінні виконувати ескізи і кресленики деталей, читати та деталювати складальні креслення;
- вміти використовувати технічну документацію для розв'язання задач в сфері матеріалознавства з відображенням геометричних об'єктів на площині;
- вміти користуватися засобами сучасних інформаційних технологій для розробки документації матеріалознавчого профілю.

Для досягнення цих результатів передбачено опанування теоретичних основ креслення, правил оформлення креслеників, проєкціювання прямої та взаємного положення точки та прямої, двох прямих; проєкційного креслення;

видів, розрізів, перерізів; проєкціювання площини, способів завдання площини на комплексному кресленику; взаємного положення точки та площини, прямої та площини, двох площин; умовного позначення та зображення різі; правила виконання ескізів та робочих креслень, складального креслення тощо.

Комп'ютерна реалізація методів нарисної геометрії направлена на надання розробки нових творчих можливостей за тримірним реалістичним моделюванням, подальшому автоматизованому побудові креслеників (проєкцій, перерізів і т.п.), пошук конфліктів при формуванні збірних вузлів. Все це ніякого відношення до нарисної геометрії не має, так як вона, як і інші розділи геометричної форми, має справу в основному з абстрактними геометричними об'єктами, і метою її є створення двомірних моделей, які тільки й можливі на площині кресленика.

Важливим є достатній обсяг лабораторних занять для закріплення навичок з роботи у програмах Autodesk AutoCAD, Autodesk Inventor, Autodesk Fusion 360, застосування команд графічних примітивів і редагування, виконання спряжень геометричних об'єктів; виконання креслень трьох виглядів деталі за двома заданими, а також виконання самостійного завдання з креслення компонентів матеріалознавчого профілю.

Логічним продовженням є вивчення дисципліни «Інформаційні системи в проєктуванні, моделюванні та дизайні» (Твердохліб, 2020), метою якої є формування навичок використання методів і прийомів візуального моделювання обладнання в сфері матеріалознавства, використовуючи сучасні системи автоматичного проєктування для вирішення завдань із матеріалознавчого профілю.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою роботи є обґрунтування доцільності викладання інженерної та комп'ютерної графіки для підвищення якості підготовки здобувачів освіти за спеціальністю «Матеріалознавство».

Результати дослідження. Очікувані дисциплінарні результати навчання за цією дисципліною:

- застосовувати засоби комп'ютерної графіки, сучасні графічні системи, методи і прийоми моделювання при вирішенні задач із матеріалознавчого профілю;
- виконувати геометричні побудови, креслення конструкцій і виробів, складальні креслення тощо;
- оформляти конструкторську, технологічну та іншу технічну документацію відповідно до нормативної бази;

- створювати, редагувати і оформлювати креслення та 3D моделі з використанням комп'ютерних систем автоматизованого проектування (САПР);
- будувати 3D моделі обладнання та устаткування в сфері матеріалознавства.

Для досягнення цих результатів передбачено опанування теоретичних основ комп'ютерної графіки; основних відомостей про растрову, векторну, тривимірну, фрактальну графіку, форми подання графічних даних, види графічних пакетів, принципи їх роботи і можливості; сучасні системи автоматичного проектування; основні функціональні можливості сучасних графічних систем (САПР: Компас, Autodesk AutoCAD, Autodesk Inventor, Autodesk Fusion 360, SolidWorks, 3D Max); хмарні засоби інженерної та комп'ютерної графіки; методи і прийоми моделювання в рамках графічних САПР; основні методи і прийоми 3D моделювання, редагування моделі, простановка розмірів і позначень на тривимірній моделі, асоціативний кресленик; планування побудови тривимірної моделі, параметричного моделювання; основ рендерінгу, художньо-естетичної обробки 3D моделей та отримання фотореалістичного зображення виробу.

Достатній обсяг лабораторних занять дозволяє сформувати навички зі створення, редагування і оформлення 2D кресленика; побудови 3D моделі деталі; створення асоціативного кресленика в автоматичному режимі з 3D моделі складної деталі; побудови 3D моделі обладнання в сфері матеріалознавства; отримання фотореалістичного зображення виробу а також подальшої візуалізації відповідного обладнання в сфері матеріалознавства.

Ознайомлення здобувачів вищої освіти з основними методами і прийомами візуального моделювання сучасного обладнання в сфері матеріалознавства, використовуючи сучасні системи автоматичного проектування дозволяє оперативно вирішувати завдання в сфері матеріалознавства. Також у здобувачів освіти розвивається просторове уявлення і конструктивно-геометричне мислення, здібності до аналізу та синтезу просторових форм на основі графічних моделей в сфері матеріалознавства, практично реалізованих у вигляді креслень технічних об'єктів, а також формування знань, умінь і навичок, необхідних для виконання креслень різного призначення обладнання в сфері матеріалознавства, складання конструкторської та технічної документації із застосуванням програмних і технічних засобів комп'ютерної графіки.

Серед відомих систем автоматизованого проектування, найбільшого поширення набули такі програмні продукти, як Аскон із програмою Компас та Autodesk з програмами AutoCAD, Inventor, Fusion 360 (Саєнко & Нечипоренко,

2017; Пойда & Галич, 2018; Джеджула, 2009; Гевко, 2017). На кафедрі конструювання, технічної естетики і дизайну є можливість працювати з будь-яким з цих програмних продуктів. Здобувачі мають можливість ознайомитися з перевагами кожної з цих програм, і самостійно оцінити особливості роботи в кожній з них і надалі вибрати для своєї професійної діяльності програмний продукт, який найкращим способом допоможе вирішувати поставлені завдання.

З появою сучасних програмних продуктів змінився і підхід до проектування виробів. Традиційно інженер працював у двовимірному просторі і змушений був втілювати свої ідеї в плоских кресленнях, зараз у нього з'явилася можливість використовувати тривимірний простір. Таким засобом конструювання виробів йде не від креслення до тривимірної моделі виробу, а навпаки – від просторової моделі до автоматично згенерованих креслень.

Таким чином, слід особливу увагу приділити питанню навчання здобувачів тривимірному моделюванню, так як тривимірна модель стає головним носієм інформації про геометрію виробу. Перехід на проектування з використанням 3D моделювання дозволяє якісно поліпшити рівень підготовки фахівця та забезпечує необхідні компетентності, щодо навичок використання інформаційних і комунікаційних технологій.

Слід відмітити, що 3D технології на базі сучасної комп'ютерної техніки та програмного забезпечення активно входять в практику проектування і дозволяє за тривимірним моделям отримати робочі креслення, легко вносити зміни в проекти і скорочувати терміни проектування. За 3D технологією спочатку створюється просторова твердотільна модель об'єкту. Це може бути модель деталі будь-якого обладнання в сфері матеріалознавства або будь-яке обладнання для отримання нового матеріалу. Потім в автоматичному режимі отримують проекції даної моделі – види, розрізи і перетини тощо.

Користувач повинен лише визначити, які саме зображення мусить містити креслення, і застосувати відповідні команди. Найочевидніша відмінність твердотільного моделювання від двовимірного креслення – це створення точної тривимірної комп'ютерної моделі виробу. У тривимірну модель зручно вносити зміни, а креслення після цього не треба формувати заново – досить викликати команду їх поновлення.

Дисципліни «Інженерна графіка» та «Інформаційні технології в проектуванні, моделюванні та дизайні» мають зв'язки з дисциплінами: математика, інформатика, алгоритмізація та програмування, вступ до спеціальності. Знання, отримані здобувачами в процесі вивчення дисциплін, знадобляться при вивченні спеціальних дисциплін: Промисловий дизайн,

Ергономіка та технічна естетика, Інформаційні системи і технології в інженерії, Деталі машин, Теорія механізмів і машин, Матеріалознавство, Технологія виробництва та обробки матеріалів під час курсового і проектування, виконання кваліфікаційних робіт, наукових досліджень, а також у подальшій професійній діяльності.

Лекції читаються в мультимедійній аудиторії з основних розділів дисципліни. Матеріал представлений у вигляді слайдів, виконаних у програмі PowerPoint. Наприкінці лекційного заняття видаються завдання для самостійного опрацювання. Для самостійної роботи студентів виділено години на консультації, що проводяться в комп'ютерному класі поза учбовими заняттями. На них знаходиться викладач, який відповідає на питання, що викликали труднощі при вирішенні типових завдань, а також приймає роботи.

Практичні та лабораторні заняття проходять у спеціально обладнаній аудиторії, оснащеній комп'ютерами та інструментами для ручного креслення. Під час робіт даються пояснення на тему у вигляді міні лекцій (15—20 хвилин), з використанням презентацій. Цей матеріал розміщується на платформі дистанційного навчання Moodle, що дозволяє студентам виконувати завдання у власному ритмі. Кожен, хто навчається, отримує своє індивідуальне завдання.

Висновки з дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі. В результаті вивчення дисциплін «Інженерна графіка» та «Інформаційні системи в проектуванні, моделюванні та дизайні» здобувачі освіти за ОПП «Промислова естетика і сертифікація матеріалів та виробів» формують наступні уміння:

- використовувати функціональні можливості сучасних графічних систем; методів і прийомів моделювання в рамках графічних систем;
- виконувати геометричні побудови, креслення конструкцій і виробів, складальні креслення;
- оформляти конструкторську, технологічну та іншу технічну документацію відповідно до нормативної бази;
- створювати, редагувати і оформляти креслення та 3D моделі з використанням комп'ютерних САПР;
- вміти користуватися засобами сучасних інформаційних технологій для розробки документації в сфері матеріалознавства тощо.

Слід зазначити важливість використання інженерної та комп'ютерної графіки з позиції мотивації здобувачів. Вони із задоволенням виконують вправи і вирішують завдання за допомогою графічних пакетів і з легкістю набувають навичок роботи в цих системах. Отримані знання та набуті практичні навички

роботи з САПР дають можливість здобувачам на достатньо високому рівні виконувати графічні роботи з різних навчальних дисциплін, курсових та кваліфікаційних робіт, а також у подальшій професійній діяльності підвищувати їх кваліфікацію, як технічних фахівців. Опанування цих дисциплін, допомагає здобувачам вже на першому році навчання, отримати відповідні компетентності з в сфері матеріалознавства, що якісно вплине на ефективність вивчення технологічних дисциплін та покращити якість їх подальшого навчання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Стандарт вищої освіти України: перший (бакалаврський) рівень, галузь знань галузі знань 13 – Механічна інженерія, спеціальності 132 – Матеріалознавство. Затверджено і введено в дію наказом Міністерства освіти і науки України від 27.12.2018 № 1460.
2. Освітньо-професійна програма «Промислова естетика і сертифікація матеріалів та виробів» спеціальності 132 Матеріалознавство за першим (бакалаврським) рівнем затверджено Вченою радою НТУ «Дніпровська політехніка» протокол №11 від 29 червня 2021 р. 26 с.
3. Пустовой, Д. С. & Савельєва, Т. С. (2020) *Робоча програма навчальної дисципліни «Інженерна графіка» для бакалаврів освітньо-професійної програми «Промислова естетика і сертифікація матеріалів та виробів» спеціальності 132 «Матеріалознавство»* / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. конструювання технічної естетики та дизайну. Дніпро: НТУ «ДП», 13 с.
4. Твердохліб, О. М. (2020) *Робоча програма навчальної дисципліни «Інформаційні системи в проектуванні, моделюванні та дизайні» для бакалаврів освітньо-професійної програми «Промислова естетика і сертифікація матеріалів та виробів» спеціальності 132 «Матеріалознавство»* / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. основ конструювання механізмів і машин. Дніпро: НТУ «ДП», 12 с.
5. Саєнко, С. Ю. & Нечипоренко, І. В. (2017) *Основи САПР: навч. посіб.* Харків: ХДУХТ. 120 с.
6. Пойда, С. А. & Галич, Т. В. (2018). Формування та розвиток просторової уяви учнів шляхом створення та використання 3D моделей. *Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка*, 2, 80–85.
7. Джеджула, О. М. (2009). Створення інформаційно-технологічного середовища графічної підготовки студентів на основі мультимедійного навчально-методичного комплексу. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: Методологія, теорія, досвід, проблеми*, 21, 358–363.
8. Гевко, І. В. (2017). Професіоналізм педагогічних кадрів як одна із умов якісної підготовки майбутніх учителів технологій. *Journal of Education, Health and Sport. Poland*, 5, 797–807.

FEATURES OF TEACHING ENGINEERING AND COMPUTER GRAPHICS FOR STUDENTS OF EDUCATION OF MATERIALS SCIENCE PROFILE IN DNIPRO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Dmytro Pustovoi

Ph.D., Associate Professor of the Department of

Engineering, Technical Aesthetic and Design Arts
“Dnipro University of Technology”
Dnipro, Ukraine 49005
ORCID ID 0000-0002-7040-0005
pustovoi.d.s@nmu.one

Iryna Matsiuk
Ph.D., Associate Professor of the department of
Engineering, Technical Aesthetic and Design Arts
“Dnipro University of Technology”
Dnipro, Ukraine 49005
ORCID ID 0000-0002-0861-0933
matsiuk.i.m@nmu.one

Abstract. Graphic training of students in technical fields is the basis of engineering education. Changes in state educational standards have led to a revision of the content and methods of teaching these disciplines. Professional competencies of many disciplines involve students learning computer graphics.

The article analyses the peculiarities of teaching the disciplines “Engineering Graphics” and “Information Technology in Design, Modeling and Design” to graduates of the specialty 132 “Materials Science”. The development of the work program of the discipline is an important component of the educational process. The teaching of these disciplines is focused on the use of modern graphic editors and the formation of professional qualities of future specialists in materials science. During the practical classes the student's activity includes the task in the manual version and the subsequent execution of drawings in the system of automated design using 2D and 3D modeling. This approach allows students to form a spatial imagination that will help in mastering the modules of the discipline.

Formation of competencies in the means of representation of spatial forms on the plane with the use of computer technology, which is the foundation on which the basic rules of technical drawing. This is necessary for personnel in higher education in technical specialties, whose future production functions are related to the preparation of design documentation that should meet the needs of production.

Expected learning outcomes in these disciplines provide the formation of skills and abilities to use computer technology and modern software in the development of new and improvement of existing technologies in materials science.

Key words: materials science; industrial aesthetics and certification of materials and products; graphic education; engineering graphics; information systems and technologies; computer-aided design systems.

REFERENCES

1. *Standart vyshchoi osvity Ukrainy: pershyi (bakalavrskiy) riven, haluzi znan 13 – Mekhanichna inzheneriia, spetsialnosti 132 – Materialoznavstvo [Standard oh Higher Education of Ukraine]. Zatverdzheno i vvedeno v diiu nakazom Ministerstva osvity i nauky Ukrainy vid 27.12.2018 № 1460 [in Ukrainian].*
2. *Osvitno-profesiina prohrama «Promyslova estetyka i sertyfikatsii materialiv ta vyrobiv» spetsialnosti 132 Materialoznavstvo za pershyim (bakalavrskym) rivnem [Educational and professional programme “Industrial Aesthetic and Certification of materials and Goods],*

zatverdzeno Vchenoiu radoiu NTU «Dniprovska politekhnika» protokol №11 vid 29 chervnia 2021 r. [in Ukrainian].

3. Pustovoi, D. S. & Savelieva, T. S. (2020) *Robocha prohrama navchalnoi dystsypliny «Inzhenerna hrafika» dlia bakalavriv osvitno-profesiinoi prohramy «Promyslova estetyka i sertyfikatsiia materialiv ta vyrobiv» spetsialnosti 132 «Materialoznavstvo»* [Course programme “Engineering Graphics”]/ Nats. tekhn. un-t. «Dniprovska politekhnika», kaf. konstruiuvannia tekhnichnoi estetyky ta dyzainu. Dnipro: NTU «DP». [in Ukrainian].

4. Tverdokhlib, O. M. (2020). *Robocha prohrama navchalnoi dystsypliny «Informatsiini systemy v proektuvanni, modeliuvani ta dyzaini» dlia bakalavriv osvitno-profesiinoi prohramy «Promyslova estetyka i sertyfikatsiia materialiv ta vyrobiv» spetsialnosti 132 «Materialoznavstvo»* / Nats. tekhn. un-t. «Dniprovska politekhnika», kaf. osnov konstruiuvannia mekhanizmiv i mashyn – Dnipro: NTU «DP». [in Ukrainian].

5. Saienko, S. Yu. & Nechyporenko, I. V. (2017). *Osnovy SAPR [Basics of SAPR]*. Kharkiv: KhDUKht. [in Ukrainian].

6. Gevko, I. V. (2017). Profesionalizm pedahohichnykh kadriv yak odna iz umov yakisnoi pidhotovky maibutnikh uchyteliv tekhnolohii [Professionalism of pedagogical staff as one of the conditions for qualitative training of future technology teachers]. *Journal of Education, Health and Sport. Poland*, 5, 797–807. [in Ukrainian].

7. Dzhezdzhula, O. M. (2009). Stvorennia informatsiino-tekhnolohichnoho seredovyscha hrafichnoi pidhotovky studentiv na osnovi multymediinoho navchalno-metodychnoho kompleksu [Creation of the informational and technological environment of graphic preparation of students on the basis of multimedia educational methodical complex]. *Suchasni informacijni texnologiyi ta innovatsiini metodyky navchannia u pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy*, 21, 358–363. [in Ukrainian].

8. Poida, S. A. & Halych, T. V. (2018). Formuvannia ta rozvytok prostorovoi uiavy uchniv shliakhom stvorennia ta vykorystannia 3D modelei [Forming and development of spatial imaginations of students by creation and use of 3D models]. *Naukovi pratsi Donetskogo natsionalnogo tekhnichnogo universitetu. Seriya : Informatika, kibernetika ta obchislyvalna tekhnika*, 2, 80–85. [in Ukrainian].

Матеріали надійшли до редакції 15.04.2022 р.