

<https://doi.org/10.26565/2074-8167-2026-58-05>

УДК 378.147:004.92:37.011.3-051:004

Єфименко Тетяна Олексіївна

керівник відділу цифрових освітніх технологій, аспірант¹

<https://orcid.org/0000-0002-9012-9857> t.o.efimenko@udu.edu.ua

Струтинська Оксана Віталіївна

доктор педагогічних наук, професор¹

<https://orcid.org/0000-0003-3555-070X> o.v.strutynska@npu.edu.ua

¹ кафедри інформаційних технологій і програмування,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова,
вулиця Пирогова, 9, Київ, Україна, 02000

ПРАКТИЧНИЙ КЕЙС ІНТЕГРАЦІЇ 3D-ТЕХНОЛОГІЙ ТА КОМП'ЮТЕРНОГО ДИЗАЙНУ У ПІДГОТОВКУ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ

У статті розглянуто практичний кейс інтеграції 3D-технологій та комп'ютерного дизайну у процес професійної підготовки майбутніх учителів інформатики в умовах цифрової трансформації освіти. Проаналізовано сучасні тенденції розвитку цифрових технологій та обґрунтовано необхідність модернізації змісту підготовки майбутніх учителів інформатики відповідно до потреб високотехнологічного суспільства.

Метою дослідження є аналіз та обґрунтування ефективності використання проектно-орієнтованого підходу у формуванні професійних компетентностей майбутніх учителів інформатики. Під час дослідження використано методи аналізу наукових джерел, педагогічного спостереження, case-study, анкетування та методи описової статистики. Методологія дослідження базується на компетентнісному, міждисциплінарному та проектно-орієнтованому підході. Дослідження проводилося протягом 2021–2026 навчальних років на базі Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. У ньому брали участь 108 студентів спеціальності «Середня освіта (Інформатика)».

У межах дослідження студенти розробляли візуальний цифровий контент для реальних потреб університетського середовища (3D-моделі, емблеми) шляхом виконання інтегрованих проєктів. Результати вхідного та вихідного опитування засвідчили позитивну динаміку у рівнях сформованості практичних навичок студентів у галузі 3D-технологій та комп'ютерного дизайну: кількість студентів із високим рівнем сформованості відповідних компетентностей зросла з 20 до 49 осіб (на 27%), а кількість студентів із низьким рівнем зменшилася з 37 до 0 осіб (на 35%). Крім того, 80,6% респондентів зазначили практичну корисність проектної діяльності для розвитку професійних компетентностей, а 70,4% студентів оцінили запропоновані проєкти як цікаві та мотивуючі.

Результати дослідження засвідчують, що інтеграція 3D-технологій і комп'ютерного дизайну у професійну підготовку майбутніх учителів інформатики сприяє підвищенню навчальної мотивації студентів, розвитку їхньої творчості, цифрової грамотності та готовності до педагогічної діяльності в умовах високотехнологічного суспільства. Такий підхід забезпечує підготовку освітян, здатних не лише ефективно використовувати сучасні цифрові інструменти, а й формувати в учнів відповідні компетентності для майбутніх професій.

Ключові слова: 3D-технології; 3D-моделювання; комп'ютерний дизайн; цифровий дизайн; STEM/STEAM-освіта; проектно-орієнтоване навчання; майбутні вчителі інформатики.

Як цитувати: Єфименко Т. О., Струтинська О. В. Практичний кейс інтеграції 3D-технологій та комп'ютерного дизайну у підготовку майбутніх учителів інформатики. *Наукові записки кафедри педагогіки*. 2026. № 58. С. 58–70. <https://doi.org/10.26565/2074-8167-2026-58-05>

In cites: Yefymenko, T., Strutyńska, O. (2026). Practical Case of Integrating 3D Technologies and Computer Design into the Training of Pre-Service Computer Science Teachers. *Scientific notes of the pedagogical department*, 58, 58–70. <https://doi.org/10.26565/2074-8167-2026-58-05> [in Ukrainian].

Вступ. Сучасний етап розвитку суспільства характеризує стрімка цифрова трансформація, що охоплює всі галузі життєдіяльності людини – від виробництва й економіки до освіти, медицини та соціальних комунікацій. Їх інтенсивний розвиток, а також автоматизація та застосування штучного інтелекту (ШІ) зумовлюють глобальні структурні зміни багатьох напрямів людської діяльності (World Economic Forum, 2025; OECD, 2026). Такі тенденції засвідчують швидку зміну затребуваних на ринку праці професій і, відповідно, професійних вимог до компетентностей фахівців.

3D-технології (зокрема 3D-моделювання, технології 3D-друкування, 3D-візуалізація) посідають особливе місце серед цих технологічних напрямів. Їх широке впровадження в такі галузі, як інженерія, архітектура, медицина, виробництво, креативні індустрії, віртуальна реальність тощо, своєю чергою, спричинює появу нових професій: 3D-дизайнерів, фахівців з адитивного виробництва, розробників імерсивних середовищ та ін. (World Economic Forum, 2025).

3D-технології є важливою складовою сучасної технологічної екосистеми, розвиток якої забезпечує нові можливості для створення інноваційних продуктів і формує попит на фахівців із розвиненим просторовим мисленням й сформованими на високому рівні відповідними цифровими навичками (Radianti et al., 2020; Wohlers Report 2026, 2026).

За таких умов для сучасних фахівців важливими якостями є аналітичне, критичне та креативне мислення, здатність до міждисциплінарної інтеграції знань, уміння працювати в умовах невизначеності, цифрова грамотність, навички командної роботи та ефективної комунікації. Як зазначається у сучасних дослідженнях, формування цих компетентностей тісно пов'язане з упровадженням STEM/STEAM-підходів у навчальний процес, які сприяють розвитку інженерного мислення, інноваційності та практичної спрямованості навчання (Surynková, 2022). 3D-технології постають важливим інструментом формування таких компетентностей, оскільки робота з тривимірними моделями сприяє розвитку просторового мис-

лення, навичок візуалізації та цифрового проектування (Šafhalter et al., 2022; Karaismailoglu & Yildirim, 2024).

З огляду на це постає потреба у кардинальних змінах в системі освіти: оновленні змісту та методів навчання, пошуку інноваційних форм навчання, розширенні доступу до освітніх ресурсів, реалізації можливостей навчання без обмежень за просторовою та часовою ознаками, впровадженні нових підходів до організації надання освітніх послуг в цілому.

У зв'язку з цим проблема підготовки майбутніх учителів інформатики набуває особливої актуальності, оскільки вони мають не лише володіти навичками використання сучасних цифрових технологій, а й бути здатними інтегрувати їх у свою професійну діяльність, зокрема й для того, щоб готувати сучасну молодь до нових професій та роботи у високотехнологічному суспільстві. Отже, відповідно до сучасних освітніх тенденцій, зміст професійної підготовки студентів інформатичних педагогічних спеціальностей потребує оновлення шляхом залучення до освітніх програм новітніх напрямів, як-от освітня робототехніка, 3D-технології, комп'ютерний дизайн, технології віртуальної і доповненої реальності (імерсивні технології) тощо.

Вплив цифрової трансформації, впровадження STEM/STEAM-підходів та інтеграція сучасних цифрових технологій у професійну підготовку майбутніх фахівців активно досліджують як у вітчизняній, так і в зарубіжній науці. Особливу увагу приділяють проектно-орієнтованому навчанню як одному з найбільш ефективних підходів до формування міждисциплінарних компетентностей та практичних навичок роботи із сучасними технологіями.

У працях Drits-Esser & Stark (2015), Voogt et al. (2015), Ke et al. (2023) проектно-орієнтоване навчання розглядають як ефективний інструмент реалізації STEM-освіти, що сприяє розвитку інноваційного мислення, підприємницьких навичок, уміння працювати в команді та інтегрувати знання з різних галузей. При цьому дослідники акцентують увагу переважно на організації *collaborative learning* та професійному розвитку педагогів у процесі спіль-

ного проектування навчального контенту. Водночас у дослідженні Рамського та ін. (2020) наголошується на необхідності модернізації змісту підготовки майбутніх учителів інформатики відповідно до викликів цифрового суспільства, однак питання інтеграції 3D-технологій і комп'ютерного дизайну у професійну підготовку майбутніх учителів інформатики розкрито лише частково.

Сучасні дослідження підтверджують ефективність використання 3D та імерсивних технологій у навчанні. Зокрема, Radianti et al. (2020) та Makransky & Petersen (2021) показують, що використання віртуальної реальності та 3D-середовищ позитивно впливає на залученість студентів, глибину засвоєння знань і навчальну мотивацію. Однак дослідження Radianti et al. (2020) фокусуються переважно на імерсивних VR-середовищах у вищій освіті, водночас як у цьому дослідженні акцентується не лише на використанні цифрових середовищ як засобу візуалізації, а й на системній інтеграції 3D-технологій та комп'ютерного дизайну у професійну підготовку майбутніх учителів інформатики на основі реалізації практико-орієнтованих STEAM-проектів.

Результати дослідження Karaismailoglu & Yildirim (2024) засвідчують, що використання 3D-моделювання позитивно впливає на розвиток просторового мислення майбутніх педагогів, особливо під час роботи з цифровими середовищами моделювання. Водночас науковці досліджують переважно розвиток *spatial abilities* (просторові здібності) та не аналізують міждисциплінарний потенціал 3D-проектуювання у системі професійної педагогічної підготовки. Натомість Ge et al. (2015) та Gavrilas & Kotsis (2025a, 2025b) вказують на важливість міждисциплінарного підходу в умовах STEAM-освіти, який забезпечує здатність до комплексного розв'язування практичних задач та інтеграції технологічних, творчих і дизайнерських компонентів навчання.

Аналіз наукових джерел також показує, що більшість сучасних досліджень у галузі 3D-технологій та STEAM-освіти зосереджено або на технічних аспектах використання цифрових інструментів, або на загальних питаннях цифрової трансформації освіти. Водночас недостатньо дослідженими є питання системної інтеграції 3D-технологій, комп'ютерного дизайну, цифрового проектування та практико-орієнтованих STEAM-проектів у процес професійної підготовки майбутніх учителів інформатики, особливо в українському освітньому контексті.

Отже, аналіз сучасних наукових праць засвідчує наявність дослідницького розриву між активним розвитком 3D-технологій у професійних та креативних галузях і недостатнім рівнем їх системного впровадження у підготовку майбутніх учителів інформатики. Це зумовлює необхідність подальших досліджень, спрямованих на обґрунтування педагогічного потенціалу 3D-технологій та комп'ютерного дизайну у формуванні професійних компетентностей майбутніх учителів в умовах цифрової трансформації освіти.

Мета і завдання дослідження. Метою нашого дослідження є аналіз та обґрунтування ефективності інтеграції 3D-технологій та комп'ютерного дизайну у процес підготовки майбутніх учителів інформатики на основі проектно-орієнтованого підходу.

Завдання дослідження. Дослідити вплив інтеграції 3D-технологій і комп'ютерного дизайну на формування професійних компетентностей і мотивації до вивчення сучасних цифрових технологій майбутніх учителів інформатики в умовах реалізації проектно-орієнтованого навчання.

Методологія дослідження. Методологічна основа дослідження базується на положеннях сучасної цифрової педагогіки, відповідно до яких професійна підготовка майбутніх учителів інформатики в умовах цифрової трансформації освіти має передбачати інтеграцію 3D-технологій, цифрового проектування, комп'ютерного дизайну та практико-орієнтованої діяльності. Дослідження ґрунтується на:

1. Компетентнісному підході.
2. STEM/STEAM-орієнтованому підході.
3. Проектно-орієнтованому навчанні (Project-Based Learning).
4. Міждисциплінарному підході до професійної підготовки майбутніх учителів інформатики.

Під час дослідження використано комплекс взаємопов'язаних теоретичних і практичних методів. Зокрема, здійснено аналіз, систематизацію та узагальнення сучасних наукових джерел, міжнародних аналітичних звітів і нормативно-методичних документів щодо розвитку 3D-технологій, комп'ютерного дизайну та трансформації ринку праці. Для виявлення актуальних тенденцій у галузі професій майбутнього здійснено порівняльний аналіз матеріалів міжнародних організацій і дослідницьких центрів, зокрема World Economic Forum (2025) та OECD (2026). *Case-study approach* дав змогу проаналізувати особливості реалізації проектно-оріє-

тованого навчання із застосуванням 3D-технологій у реальному освітньому середовищі.

Дослідження проведено протягом 2021-2026 навчальних років на базі Українського державного університету імені Михайла Драгоманова і мало характер практико-орієнтованого емпіричного *case study*.

У дослідженні брали участь 108 студентів спеціальності «Середня освіта (Інформатика)», які вивчали дисципліни: «Основи 3D-технології» (або «3D-технології та 3D-моделювання») і «Комп'ютерний дизайн». Такий характер вибірки є нерепрезентативним щодо загальної генеральної сукупності студентів-майбутніх учителів інформатики, які навчаються за спеціальністю «Середня освіта (Інформатика)».

У дослідженні використано цифрові інструменти для 3D-моделювання та комп'ютерного дизайну, зокрема програмні засоби типу *Blender*, *Tinkercad*, *Fusion 360* та інші середовища цифрового проектування. Аналіз результатів діяльності студентів здійснено на основі спостереження за процесом виконання проєктних завдань, аналізу створених цифрових продуктів, а також оцінювання рівня залученості та мотивації студентів до навчальної діяльності.

Для оцінювання рівня залученості студентів та сприйняття ефективності проєктної діяльності було використано авторську анкету. Дані було зібрано за допомогою Google Forms (українською мовою). Опитування проводили, починаючи з грудня 2021 року, до січня 2026 року. Посилання на опитування було поширено серед студентів УДУ імені Михайла Драгоманова під час реалізації освітнього процесу (Yefymenko & Strutynska, 2026).

Відповіді оцінювали за шкалою Лайкерта (0 – зовсім не корисно; 5 – дуже корисно; 0 – не мав(ла) відповідних компетентностей і досвіду; 5 – мав(ла) відповідні компетентності та досвід). Крім того, опитування містило запитання з множинного вибору та відкриті запитання.

Анкетування проводили після завершення студентами проєктної діяльності. Його було спрямовано на оцінювання:

- рівня залученості до проєктної діяльності;
- сприйняття практичної цінності проєкту;
- самооцінювання сформованості професійних компетентностей у галузі 3D-технологій та комп'ютерного (цифрового) дизайну.

Дослідження охоплювало декілька етапів: аналітичний (вивчення сучасних наукових джерел і тенденцій розвитку 3D-технологій), проєктувальний (розроблення проєктно-орієнтованих практичних завдань), практичний

(виконання студентами проєктних робіт із використанням 3D-технологій і комп'ютерного дизайну) та узагальнювальний (аналіз результатів і формулювання висновків).

Учасниками дослідження є здобувачі вищої освіти за спеціальністю «Середня освіта (Інформатика)», які вивчали дисципліни, пов'язані з комп'ютерним дизайном, 3D-технологіями та 3D-моделюванням. Відбір учасників здійснювали за критерієм залученості до проєктної діяльності під час проходження ними безвідривної практики з виготовлення мультимедійних освітніх ресурсів після опанування відповідних навчальних курсів професійної підготовки.

Емпірична складова дослідження ґрунтується на аналізі практичного кейсу інтеграції 3D-технологій і комп'ютерного дизайну у підготовку майбутніх учителів інформатики. У межах кейсу студенти виконували проєктно-орієнтовані завдання, пов'язані з розробленням емблеми факультету, створенням її комп'ютерного (цифрового дизайну), у тому числі 3D-моделюванням, а також підготовкою моделей до 3D-друку.

Для аналізу результатів застосовано методи якісного аналізу, педагогічного спостереження, методи описової статистики; порівняння результатів за різними навчальними роками та узагальнення отриманих результатів. Опрацювання результатів здійснювали шляхом узагальнення кількісних показників анкетування та аналізу результатів проєктної діяльності студентів. Набір даних доступний на відкритому ресурсі за посиланням, відображеним у літературі (Yefymenko & Strutynska, 2026).

Оцінювання ефективності інтеграції 3D-технологій і комп'ютерного дизайну здійснювали за такими критеріями, як рівень навчальної мотивації студентів, ступінь їх залученості до проєктної діяльності, здатність до міждисциплінарної інтеграції знань та сформованість практичних навичок у галузі 3D-технологій та цифрового дизайну.

Результати. *Актуальність оновлення підходів до професійної підготовки майбутніх учителів інформатики.* Якісна професійна підготовка майбутніх учителів інформатики має особливе значення в сучасному цифровому суспільстві, оскільки вони є *носіями цифрової культури*, сприяють її розвитку в учнів, є провідниками відповідних змін у школі. Саме вони забезпечують формування у здобувачів освіти базових компетентностей, необхідних для орієнтації у сучасному технологічному середовищі. Крім того, оновлення змісту професійної підготовки майбутніх учителів інформатики

безпосередньо пов'язано з необхідністю підготовки сучасної учнівської молоді до майбутніх професій у галузі високих технологій.

Зазначені міркування підтверджують надзвичайну важливість питань модернізації змісту навчання саме для майбутніх учителів інформатики порівняно з учителями інших предметів, що також пов'язано із суттєвими змінами в структурі та змісті навчання шкільного курсу інформатики останніми роками (рис. 1):

Нині традиційні освітні програми підготовки студентів інформатичних педагогічних спеціальностей зазвичай зосереджено переважно на програмуванні та теоретичних основах, часто ігноруючи потенціал візуальних, просторових та дизайнерських інструментів, що сприяють міждисциплінарному навчанню. У зв'язку з цим актуалізуються питання відстеження цифрових трендів, систематичного оновлення освітніх програм підготовки студентів з урахуванням цих трендів, розроблення нових навчальних курсів й підтримки змісту навчання наявних профільних інформатичних дисциплін в актуальному стані (Струтинська, 2019; Strutynska & Umryk, 2019; Рамський et al., 2020).

Уміння працювати з середовищами для створення візуального контенту (в тому числі освітнього) має особливе значення для майбутніх учителів інформатики. Це дає змогу не лише використовувати сучасні цифрові інструменти, а й проєктувати інноваційні навчальні середовища та допомагати учням опановувати складні концепції за допомогою інтерактивних та практичних методів. Тож 3D-технології, комп'ютерну графіку, комп'ютерний (цифровий) дизайн тощо можна розглядати як ключові компоненти професійної компетентності вчителя в контексті сучасної шкільної освіти, що також пов'язано з оновленням змісту шкільної інформатичної освіти.

Однак сьогодні відчувається брак систематичних підходів до впровадження 3D-технологій та комп'ютерного дизайну в програми підготовки вчителів, а також обмежена кількість емпіричних

даних щодо їхнього впливу на розвиток відповідних компетентностей. Це зумовлює необхідність досліджень, які б не лише описували освітні практики, а й оцінювали їхню ефективність і педагогічний потенціал. Крім того, інтеграція зазначених технологій у навчальний процес підвищує мотивацію студентів і сприяє глибшому засвоєнню матеріалу (Makransky & Petersen, 2021).

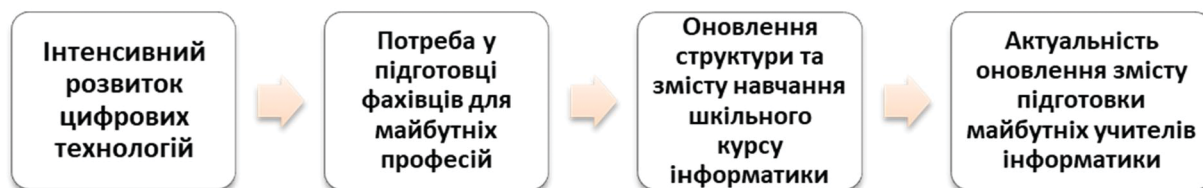
Залучення до навчальних програм дисциплін, пов'язаних із 3D-технологіями та комп'ютерним дизайном, дає змогу сформувати у студентів як теоретичні знання, так і практичні навички роботи з відповідними цифровими інструментами. При цьому важливу роль відіграє проєктно-орієнтований підхід, який забезпечує інтеграцію знань та їх застосування у практичній діяльності (Voogt et al., 2015).

Оновлення змісту професійної підготовки майбутніх учителів інформатики в УДУ імені Михайла Драгоманова розпочато 2017 року з оновлення відповідних освітніх програм підготовки бакалаврів та магістрів за спеціальністю 014.09 «Середня освіта (інформатика)» (нині А4 «Інформатика»). Протягом 2017–2025 років у навчальні плани підготовки студентів було введено такі дисципліни:

- Вебтехнології та вебдизайн.
- Основи 3D технологій.
- 3D технології та 3D моделювання.
- Комп'ютерний дизайн.
- Основи робототехніки.
- Штучний інтелект в освіті.
- Технології змішаного навчання.
- Системи VR/AR/MR в освіті та ін.

Проєктно-орієнтований підхід до підготовки майбутніх учителів інформатики.

Крім оновлення змісту навчальних дисциплін, розробники освітніх програм враховували також оновлення методичних аспектів їх викладання з орієнтуванням на проєктно-орієнтовані підходи до підготовки майбутніх учителів інформатики. Зокрема, за результатами навчання студентів бакалаврату за спеціаль-



Примітка: розроблено автором

Note: compiled by the author

Рисунок 1. Актуальність модернізації змісту навчання майбутніх учителів інформатики
Figure 1. The relevance of modernizing the content of training for pre-service computer science teachers



Рисунок 2. Приклади деяких емблем, розроблених студентами для факультетського сайту
Figure 2. Examples of some emblems designed by students for the faculty website

ністю 014.09 «Середня освіта (інформатика)» (нині А4 «Інформатика») курсів «3D-технології та 3D-моделювання» (попередня назва предмету «Основи 3D-технологій») та «Комп'ютерний дизайн» їм було запропоновано виконання інтегрованих проєктів, в тому числі й для того, щоб показати практичне застосування їх відповідних знань, умінь і навичок, які було сформовано під час навчання зазначених курсів.

Зокрема, у різні роки підготовки майбутніх учителів інформатики було запропоновано дослідницькі проєкти, у виконанні яких здобувачі могли продемонструвати сформовані компетентності як у галузі комп'ютерного дизайну, так і у галузі 3D-технологій та 3D-моделювання. Наведемо приклади таких проєктів та окремі результати їх виконання студентами протягом 2021-2026 навчальних років.

Приклад завдання практико-орієнтованого дослідницького проєкту для студентів у 2021-2023 навчальних роках.

Постановка задачі.

1. На факультеті інформатики (нині факультет математики, інформатики та фізики) заплановано оновлення емблеми факультетського сайту. Студентам необхідно розробити власні варіанти емблем з використанням візуальних середовищ і запропонувати їх варіанти для конкурсного відбору.

2. Для потреб факультету інформатики та університету необхідно розробити 3D-моделі (як брендову сувенірну продукцію). Студентам необхідно створити власні варіанти 3D-моделей і запропонувати їх для конкурсного відбору.

Мета: оновлення факультетської емблеми, розроблення брендової сувенірної продукції для факультету та університету.

Завдання: Розробити емблеми для факультетського сайту та 3D-моделі факультетських і університетських емблем як брендову сувенірну продукцію.

Виконання зазначених проєктів було запропоновано студентам факультету інформатики після опанування курсів «Комп'ютерний дизайн» та «Основи 3D-технологій» (теперішня назва предмету в оновленому навчальному плані – «3D-технології та 3D-моделювання») у процесі проходження ними безвідривної практики з виготовлення мультимедійних освітніх ресурсів.

Приклади деяких емблем, розроблених студентами для факультетського сайту, відображено на рис. 2:

Приклади деяких 3D-моделей емблем, створених студентами, відображено на рис. 3:

Приклад завдання дослідницького проєкту для студентів у 2023-2026 навчальних роках.

Постановка задачі. У зв'язку з участю кафедри інформаційних технологій і програмування в реалізації міжнародного проєкту STREAM (Science, Technology, Robotics, Engineering, Art, Mathematics) за програмою Erasmus+ Jean Monnet Module необхідно розробити 3D-моделі, присвячені тематиці цього проєкту (детальну інформацію про проєкт можна отримати, відвідавши сайт <https://www.npu-stream.org/>). Студентам необхідно створи-



Рисунок 3. Приклади деяких 3D-моделей емблем факультету інформатики, розроблених студентами
Figure 3. Examples of some 3D models of the emblems of the Faculty of Computer Science, developed by students

ти власні варіанти 3D-моделей і запропонувати їх для конкурсного відбору.

Мета: розроблення брендової сувенірної продукції для міжнародного проєкту STREAM.

Завдання: розробити 3D-моделі, присвячені тематиці проєкту STREAM як брендову сувенірну продукцію.

Приклади деяких 3D-моделей брендової сувенірної продукції для проєкту STREAM, створених студентами, показано на рис. 4:

Оцінювання розроблених 3D-моделей здійснювали за такими критеріями: технічна відповідність вимогам 3D-друку, функціональ-

ність моделі, оригінальність дизайну, візуальна якість моделі та можливість її практичного використання.

Під час виконання подібних проєктів студенти використовували знання з різних галузей, що відповідає принципам STEAM-освіти:

- математики (побудова плоских і стереометричних фігур, масштабування, робота з перерізами фігур);
- інформатики (володіння навичками використання спеціального програмного забезпечення);

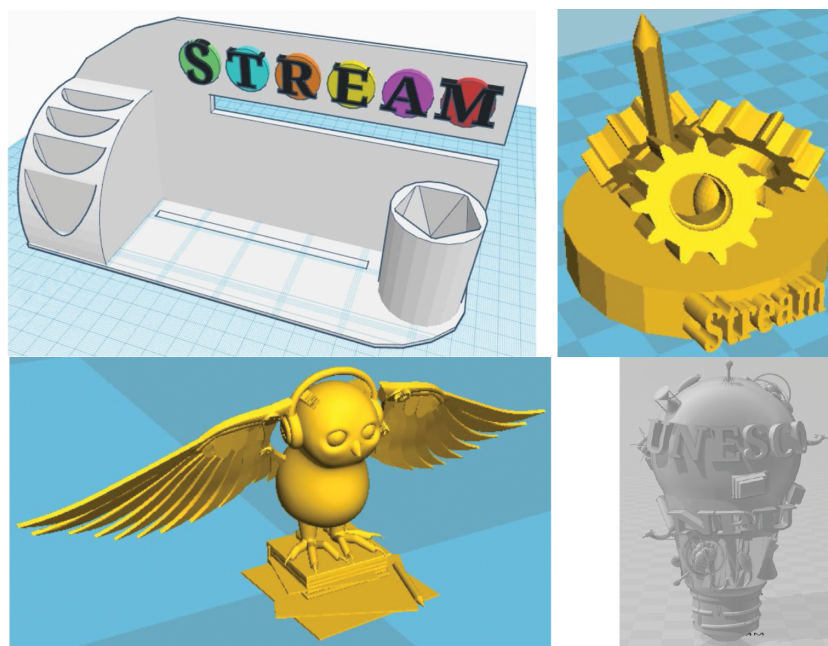


Рисунок 4. Приклади деяких 3D-моделей, розроблених студентами для проєкту STREAM
Figure 4. Examples of some 3D models developed by students for the STREAM project

- технологій (володіння навичками використання технологій проектування, 3D-друкування, розроблення моделей);
- дизайну (створення унікальних форм моделей, підбір кольорової гами, дотримання принципів ергономічності);
- фізики (створення 3D-моделей стійких конструкцій, що відповідатимуть вимогам до 3D-друкування тривимірних об'єктів).

Протягом 2021-2026 навчальних років у виконанні таких практико-орієнтованих про-

єктів брали участь 108 студентів УДУ імені Михайла Драгоманова, майбутніх учителів інформатики.

Для оцінювання рівня сформованості практичних навичок студентів у галузі 3D-технологій та комп'ютерного (цифрового) дизайну було проведено вхідне (перед початком роботи над проектом) та вихідне (після захисту фінального проекту) опитування, результати якого відображено у табл. 1 та на рис. 5:

Таблиця 1

Результати опитування студентів щодо рівня сформованості практичних навичок у галузі 3D-технологій та цифрового дизайну

Table 1

Results of a student survey on the level of development of practical skills in 3D technologies and digital design

Рівні сформованості практичних навичок студентів (0 – немає компетентностей та досвіду в галузі 3D технологій та цифрового дизайну; 5 – компетентності сформовано на високому рівні)	На ПОЧАТКУ роботи над проектом	ПІСЛЯ завершення роботи над проектом
5	20	49
4	9	47
3	16	10
2	26	2
1	19	0
0	18	0
Всього:	108	108

Результати опитування студентів (у відсотковому співвідношенні) відображено на рис. 5:

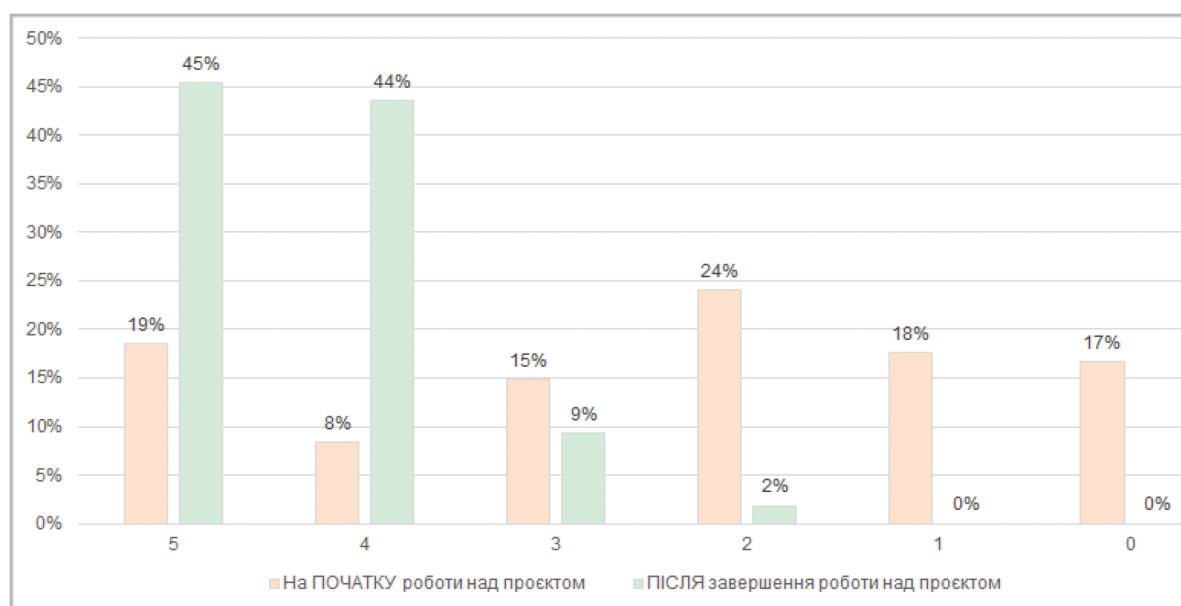


Рисунок 5. Результати опитування студентів щодо рівня сформованості практичних навичок у галузі 3D-технологій та комп'ютерного (цифрового) дизайну

Figure 5. Results of a student survey on the level of development of practical skills in 3D technologies and computer (digital) design

Результати, відображені на рис. 5, показують значне зростання рівня практичних навичок студентів у галузі 3D-технологій та комп'ютерного (цифрового) дизайну, що засвідчує ефективність виконання подібних проєктів.

Після виконання зазначених проєктів студентам було також запропоновано оцінити ефективність використання проєктно-орієнтованого підходу. 80,6% респондентів зазначили, що реалізація таких проєктів була корисною для застосування засвоєних знань і закріплення сформованих практичних умінь,

а також сприяла розвитку їхніх професійних компетентностей, креативності та навичок розв'язування складних проблем (*problem-solving skills*). Проте студенти також запропонували не обмежувати завдання певною тематикою. Водночас 70,4% опитаних зазначили, що запропоновані проєкти були цікавими та мотивуючими, а виконання подібних завдань надає можливість ефективно поєднати теоретичну підготовку з практичною діяльністю та роботою над реальними прикладними задачами (табл. 2):

Таблиця 2

Результати опитування студентів щодо ефективності використання проєктно-орієнтованого підходу

Table 2

Results of a student survey on the effectiveness of using a project-based approach

Навчальний рік	Загальна кількість студентів	Кількість студентів, які зазначили, що виконання дослідницького проєкту було...	
		дуже корисним	дуже цікавим
2021-2022 н.р.	20	16	14
2022-2023 н.р.	19	14	10
2023-2024 н.р.	34	28	22
2024-2025 н.р.	28	24	24
2025-2026 н.р.	7	5	6
Всього:	108	87	76
		80,6%	70,4%

Відповідно до даних, відображених у таблиці 2, видно, що в 2023-2025 навчальних роках зріс відсоток студентів, які оцінили проєкти як «дуже цікаві». Це може бути пов'язано з використанням сучасних 3D-середовищ та пропонуванням студентам реальних практичних задач, що також підтверджує ефективність використання проєктно-орієнтованого підходу у підготовці майбутніх учителів інформатики. Крім того, ідеї запропонованих проєктів і робота над ними здобули позитивні відгуки від студентів, що також засвідчує підвищення рівня залученості студентів до освітнього процесу й узгоджується з результатами сучасних досліджень у галузі освітніх технологій (Makransky & Petersen, 2021).

Застосування такого підходу дає змогу якісно підготувати сучасну молодь до умов інтенсивного розвитку цифрових технологій, навчити їх застосовувати засвоєні знання, сформовані уміння й навички в практичних ситуаціях, що своєю чергою надасть їм можливість в

майбутньому стати конкурентоспроможними фахівцями IT-індустрії та/або висококваліфікованими вчителями інформатики.

Обговорення. Отримані результати дослідження підтверджують доцільність інтеграції 3D-технологій та комп'ютерного (цифрового) дизайну у підготовку майбутніх учителів інформатики як ефективного інструменту формування професійних компетентностей в умовах цифрової трансформації освіти. Встановлено, що використання проєктно-орієнтованого підходу у поєднанні з сучасними цифровими технологіями забезпечує вищий рівень залученості студентів, сприяє розвитку їхньої мотивації до навчання та формуванню практичних навичок.

Результати дослідження узгоджуються з висновками сучасних наукових праць, у яких наголошено на позитивному впливі використання 3D-технологій, 3D-моделювання, комп'ютерного дизайну на якість освітнього процесу, зокрема на глибину засвоєння знань,

розвиток просторового мислення та креативності. Водночас у представленому дослідженні акцентовано не лише на використанні технологій як інструменту навчання, а й на їх системній інтеграції у зміст професійної підготовки майбутніх учителів інформатики.

Особливістю запропонованого підходу є його міждисциплінарний характер, що відповідає принципам STEAM-освіти та дозволяє формувати у студентів здатність до комплексного розв'язування практичних задач (*problem-solving skills*). Інтеграція знань з інформатики, математики, дизайну та технологій створює передумови для формування цілісного професійного мислення, що є важливим у контексті підготовки фахівців для сучасного цифрового суспільства.

Водночас дослідження має певні обмеження. Зокрема, отримані результати базуються на аналізі одного практичного кейсу, що обмежує можливість їх узагальнення. Крім того, оцінювання ефективності запропонованого підходу було здійснено переважно за допомогою якісних показників (рівень мотивації, залученість студентів), що потребує подальшого підтвердження за допомогою кількісних методів дослідження.

Також варто враховувати, що впровадження 3D-технологій в освітній процес потребує відповідної матеріально-технічної бази та підготовки викладачів, що може бути обмежувальним фактором для деяких закладів освіти. Незважаючи на це, отримані результати засвідчують високий потенціал інтеграції 3D-технологій і комп'ютерного (цифрового) дизайну у педагогічну освіту та доцільність подальшого використання подібного підходу у процесі підготовки майбутніх учителів інформатики.

Висновки та перспективи подальших досліджень. У статті здійснено теоретичне обґрунтування та практичний аналіз інтеграції 3D-технологій і комп'ютерного (цифрового) дизайну у процес професійної підготовки майбутніх учителів інформатики в умовах цифрової трансформації освіти.

Результати дослідження підтвердили, що використання проектно-орієнтованого підходу у поєднанні з 3D-технологіями та комп'ютерним (цифровим) дизайном сприяє підвищенню рівня залученості студентів до освітнього процесу, розвитку практичних навичок цифрового проектування та формуванню міждисциплінарних компетентностей. Аналіз результатів вхідного та вихідного опитування

студентів показав позитивну динаміку у рівні сформованості практичних навичок у галузі 3D-технологій та комп'ютерного дизайну після завершення роботи над проектами. Крім того, 80,6% студентів зазначили про практичну корисність проектної діяльності для закріплення професійних компетентностей, а 70,4% респондентів оцінили запропоновані проекти як цікаві та мотивувальні.

Дослідження також показало, що інтеграція 3D-моделювання, комп'ютерного дизайну та практико-орієнтованих STEAM-проектів дозволяє забезпечити поєднання теоретичної підготовки студентів із виконанням реальних прикладних завдань, що відповідає сучасним вимогам до підготовки майбутніх учителів інформатики та фахівців для роботи у цифровому суспільстві.

Наукова новизна дослідження полягає у:

- обґрунтуванні моделі інтеграції 3D-технологій і комп'ютерного дизайну у систему професійної підготовки майбутніх учителів інформатики;
- визначенні педагогічного потенціалу проектно-орієнтованих 3D-кейсів у формуванні професійних компетентностей студентів;
- розробленні практико-орієнтованого STEAM-підходу до розвитку цифрових компетентностей майбутніх учителів інформатики та розвитку їх креативності.

Практичне значення дослідження полягає у можливості використання запропонованого підходу іншими закладами вищої освіти у процесі модернізації освітніх програм підготовки майбутніх учителів інформатики. Результати дослідження дають змогу рекомендувати:

- інтеграцію 3D-моделювання та комп'ютерного (цифрового) дизайну в освітні програми підготовки студентів;
- використання міждисциплінарних STEAM-проектів у процесі професійної підготовки студентів;
- поєднання цифрового проектування з реальними практичними завданнями університетського середовища;
- впровадження практико-орієнтованих кейсів, пов'язаних із розробленням цифрових продуктів та 3D-моделей.

Водночас дослідження має певні обмеження, оскільки базується на аналізі одного практичного *case study* та нерепрезентативній вибірці студентів одного закладу вищої освіти. Крім того, оцінювання ефективності запропонованого підходу здійснювали переважно на

основі самооцінювання студентів та методів описової статистики.

З урахуванням зазначеного можна зробити висновок, що підготовку майбутніх учителів інформатики мають здійснювати з урахуванням сучасних технологічних тенденцій, що дозволить ефективно готувати учнів до професій майбутнього.

Перспективи подальших досліджень в означеному напрямі полягають у проведенні кількісних досліджень ефективності запропонованого підходу, а також у вивченні можливості інтеграції інших предметів у процесі підготовки майбутніх учителів інформатики.

REFERENCES

- Ramskyi, Yu. S., Strutynska, O. V., & Umryk, M. A. (2020). Modernizatsiia zmistu navchannia maibutnikh vchiteliv informatyky v umovakh stanovlennia informatsiinoho suspilstva [Modernization of the learning content of future computer science teachers in the conditions of the formation of the information society]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova. Seriya 2. Kompiuterno-orientovani systemy navchannia*, 22(29), 17–25. <http://enpui.npu.edu.ua/handle/123456789/34387> [in Ukrainian]
- Strutynska, O. (2019). Vykorystannia robototekhniki ta 3D tekhnolohii v umovakh rozvytku STEM osvity [The use of robotics and 3D technologies in the conditions of STEM education development]. *Vidkryte osvितnie e-seredovyshe suchasnoho universytetu*, (7), 96–109. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2019.7.10> [in Ukrainian]
- Drits-Esser, D., & Stark, L. A. (2015). The Impact of Collaborative Curriculum Design on Teacher Professional Learning. *The Electronic Journal of Science Education*, 19(8), 15129. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7881916/>.
- Gavrilas, L., & Kotsis, K. T. (2025a). The evolution of STEM education and the transition to STEAM/STREAM. *Aquademia*, 9(1), ep25002. <https://doi.org/10.29333/aquademia/16313>
- Gavrilas, L., & Kotsis, K. T. (2025b). Integrating learning theories and innovative pedagogies in STEM education: A comprehensive review. *Eurasian Journal of Science and Environmental Education*, 5(1), 11–17. <https://doi.org/10.30935/ejsee/16538>
- Ge, X., Ifenthaler, D., & Spector, J. M. (Eds). (2015). *Emerging Technologies for STEAM Education: Full STEAM Ahead*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-02573-5>
- Karaismailoglu, F., & Yildirim, M. (2024). The effect of 3D modeling performed using Tinkercad or concrete materials in the context of the flipped classroom on pre-service teachers' spatial abilities. *Research in Science & Technological Education*, 42(4), 1264–1283. <https://doi.org/10.1080/02635143.2023.2223134>
- Ke, L., Friedrichsen, P., Rawson, R., & Sadler, T. D. (2023). Teacher learning through collaborative curriculum design in the midst of a pandemic: A cultural historical activity theory investigation. *Teaching and Teacher Education*, 122, 103957. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2022.103957>
- Makransky, G., & Petersen, G. B. (2021). The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL): A Theoretical Research-Based Model of Learning in Immersive Virtual Reality. *Educational Psychology Review*, 33(3), 937–958. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09586-2>
- OECD Digital Education Outlook 2026: How generative AI can support learning when used with purpose. Digital Skills and Jobs Platform. 2026. Retrieved from: <https://digital-skills-jobs.europa.eu/en/latest/news/oecd-digital-education-outlook-2026-how-generative-ai-can-support-learning-when-used>
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Strutynska, O., & Umryk, M. (2019). Learning Startups as a Project Based Approach in STEM Education. *E-Learning and STEM Education*, 11, 529–555. <https://doi.org/10.34916/el.2019.11.34>
- Surynková, P. (2022, February). An impact of 3D computer and 3D printed models on the students' success in spatial ability and geometry testing. Twelfth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME12). <https://hal.science/hal-03748981v1>
- Voogt, J., Laferrière, T., Breuleux, A., Itow, R. C., Hickey, D. T., & McKenney, S. (2015). Collaborative design as a form of professional development. *Instructional Science*, 43(2), 259–282. <https://doi.org/10.1007/s11251-014-9340-7>
- Wohlers Report 2026. (2026). 3D Printing and Additive Manufacturing. Retrieved from: <https://platform.wohlersassociates.com/insights/wohlers-report-2026>.
- World Economic Forum. (2025). The future of jobs report 2025. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/>

Yefymenko, T., & Strutynska, O. (2026). Student survey results about the research project and 3D competences [Google Sheets]. Retrieved from: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1VrhaxDs1cCXvXHMLQQ9GQm39KKphhWM1/edit?usp=sharing&ouid=113579495749353106237&rtpof=true&sd=true>

Декларація про використання інструментів штучного інтелекту у процесі підготовки статті. Під час підготовки цієї статті автори використали велику мовну модель ChatGPT (на базі моделі GPT-5.3) для пошуку наукових джерел. Цей інструмент використовували виключно як допоміжний засіб. Всі джерела, запропоновані моделлю, було ретельно перевірено. Нерелевантні та недостовірні джерела не залучено до остаточного списку використаних джерел. Використання зазначеного інструменту здійснювали виключно як допоміжний засіб.

Під час використання великої мовної моделі ChatGPT принципи академічної доброчесності було дотримано належно, а саме: всі ідеї, наукові положення, результати аналізу та висновки, представлені у статті, належать авторам. Автори несуть повну відповідальність за зміст роботи, достовірність викладених даних і коректність використаних джерел.

Заява про доступність даних. Результати опитування доступні за посиланням: Yefymenko, T., & Strutynska, O. (2026). Student survey results about the research project and 3D competences [Google Sheets]. Retrieved from: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1VrhaxDs1cCXvXHMLQQ9GQm39KKphhWM1/edit?usp=sharing&ouid=113579495749353106237&rtpof=true&sd=true>

Подяки. Не застосовуються.

Фінансування. Дослідження не мало зовнішнього фінансування.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів щодо публікації цього рукопису.

Внесок авторів. Всі автори зробили рівний внесок у цю роботу.

Отримано: 15.03.2026

Переглянуто: 20.04.2026

Прийнято: 13.05.2026

Опубліковано: 30.06.2026

Yefymenko Tetiana

Head of the Department of Digital Educational Technologies, PhD student¹

<https://orcid.org/0000-0002-9012-9857> t.o.efimenko@udu.edu.ua

Strutynska Oksana

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor¹

<https://orcid.org/0000-0003-3555-070X> o.v.strutynska@npu.edu.ua

¹Department of Information Technologies and Programming,

Dragomanov Ukrainian State University,

9 Pyrogo Street, Kyiv, Ukraine, 01601

PRACTICAL CASE OF INTEGRATING 3D TECHNOLOGIES AND COMPUTER DESIGN INTO THE TRAINING OF PRE-SERVICE COMPUTER SCIENCE TEACHERS

The paper considers a practical case of integrating 3D technologies and computer design into the process of professional training of pre-service computer science teachers in the context of the digital transformation of education. The current trends in the development of digital technologies are analyzed, and the need to modernize pre-service computer science teachers' training content to meet the needs of a high-tech society is substantiated.

The purpose of the study is to analyze and substantiate the effectiveness of a project-oriented approach in developing the professional competencies of pre-service computer science teachers. The research process used analysis of scientific sources, pedagogical observation, case studies, questionnaires, and descriptive statistics. The research methodology is based on a competency-based, interdisciplinary,

and project-oriented approach. The study was conducted during the 2021–2026 academic years at the Dragomanov Ukrainian State University. 108 students of the specialty “Secondary Education (Computer Science)” participated in it.

As part of the study, students developed visual digital content for the real needs of the university environment (3D models, emblems) by implementing integrated projects. The results of the input and output surveys showed positive dynamics in the levels of students’ practical skills in the field of 3D technologies and computer design: the number of students with a high level of development of the relevant competencies increased from 20 to 49 people (by 27%), and the number of students with a low level decreased from 37 to 0 people (by 35%). In addition, 80.6% of respondents noted the practical usefulness of project activities for developing professional competencies, and 70.4% of students found the proposed projects interesting and motivating.

The results of the study show that integrating 3D technologies and computer design into the professional training of pre-service computer science teachers increases students’ learning motivation, develops their creativity, digital literacy, and readiness for pedagogical activity in the context of a high-tech society. This approach ensures the training of educators who cannot only effectively use modern digital tools but also develop in students the appropriate competencies for future professions.

Keywords: 3D technologies; 3D modeling; computer design; digital design; STEM/STEAM education; project-based learning; pre-service computer science teachers.

AI Use Declaration. During the preparation of this article, the authors used the ChatGPT large language model (based on the GPT-5.3 model) to search for scientific sources. This tool was used solely as an auxiliary tool. All sources suggested by the model were carefully checked. Irrelevant and unreliable sources were not included in the final list of sources used. The use of this tool was carried out solely as an auxiliary tool.

When using the ChatGPT large language model, the principles of academic integrity were duly observed, namely: all ideas, scientific provisions, analysis results and conclusions presented in the article belong to the authors. The authors bear full responsibility for the content of the work, the reliability of the presented data and the correctness of the sources used.

Statement on data availability. The survey results are available at the link: Yefymenko, T., & Strutynska, O. (2026). Student survey results about the research project and 3D competences [Google Sheets]. Retrieved from: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1VrhaxDs1cCXvXHMLQQ9GQm39KKphhWM1/edit?usp=sharing&ouid=113579495749353106237&rtpof=true&sd=true>

Acknowledgements. Not applicable.

Funding. The study received no external funding.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest regarding the publication of this manuscript.

Authors’ contribution. All authors contributed equally to this work.

Received: 15.03.2026

Reviewed: 20.04.2026

Accepted: 13.05.2026

Published: 30.06.2026