



ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ:
НАУКОВІ ЗАПИСКИ

ПРОФЕСІЙНА ОСВІТА

УДК 378.174:004.58

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.14436863>

Формування графічної компетентності у майбутніх педагогів професійного навчання засобами CAD/CAE-систем

Горбатюк Роман Михайлович

доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри машинознавства та транспорту, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, 46018, м. Тернопіль, вул. М. Кривоноса, 2, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-1497-1866>

Волкова Наталія Валентинівна

доктор педагогічних наук, доцент, доцент кафедри технологічної та професійної освіти, Криворізький державний педагогічний університет, 50086, м. Кривий Ріг, проспект Гагаріна, 54, Україна, <https://orcid.org/0000-0003-0662-9777>

Ожга Михайло Михайлович

кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних технологій, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, 46018, м. Тернопіль, вул. М. Кривоноса, 2, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-6954-0318>



Загородній Роман Іванович

кандидат технічних наук, викладач, доцент кафедри машинознавства та транспорту, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, 46018, м. Тернопіль, вул. М. Кривоноса, 2, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-5327-6938>

Бурега Назар Васильович

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри машинознавства та транспорту, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, 46018, м. Тернопіль, вул. М. Кривоноса, 2, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-2052-6101>

Прийнято: 20.11.2024 | Оpubліковано: 03.12.2024

***Анотація.** Наявність значної кількості досліджень, спрямованих на формування графічної компетентності свідчить про її важливе значення. Проте постійно зростаючі вимоги до майбутніх педагогів професійного навчання в контексті цифровізації є недостатньо дослідженим і реалізованим питанням. **Метою** статті є формування графічної компетентності в майбутніх педагогів професійного навчання засобами сучасних CAD-CAE систем у закладах вищої освіти. Основними **методами** дослідження є аналіз наукових джерел, загально-логічні методи (порівняння, узагальнення та систематизація) анкетування, опитування, спостереження, аналіз продуктів навчальної діяльності. **Результати дослідження.** Під час професійної підготовки майбутніх педагогів професійного навчання основну увагу приділяли змісту та методам навчання за допомогою яких формувалася графічна компетентність. Для цього використовували системний підхід, забезпечуючи*



розвиток мотиваційної сфери та наповнюючи об'єктивним значенням освітній процес. Формували графічну компетентність здобувачів вищої освіти у програмному середовищі SolidWorks, виходячи з того, що даний продукт володіє ефективним інструментарієм побудови тривимірних об'єктів складних моделей і зборок. Результатом дослідження є сформована графічна компетентність на фоні активізації професійно-пізнавальної діяльності майбутніх педагогів професійного навчання, що пояснюємо їх інтересом до форми організації навчальної роботи. У результаті професійно-пізнавальних дій під час комп'ютерного моделювання тривимірних моделей студенти відчують потребу в подальшому поглибленні своїх знань з професії.

Висновки. *Дослідження підтверджує, що використання програмного середовища SolidWorks в освітньому процесі є важливим кроком для формування графічної компетентності майбутніх педагогів професійного навчання. У процесі розв'язування завдань професійного спрямування засобами цифрових технологій у студентів на якісно новому рівні формується графічна компетентність, а також вміння планувати свою роботу, раціонально її виконувати, критично зіставляти початковий стан роботи з реальним процесом її виконання. Подальші дослідження зосередяться на створенні інформаційно-освітнього середовища ЗВО, в якому повною мірою формуватиметься професійна компетентність здобувачів вищої освіти різних рівнів (бакалаврського, магістерського) вищої освіти.*

Ключові слова: *графічна компетентність, майбутні педагоги професійного навчання, комп'ютерне моделювання, тривимірні об'єкти, SolidWorks, CAD-CAE системи, цифрові технології, заклади вищої освіти.*



ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ:
НАУКОВІ ЗАПИСКИ

**Formation of graphic competence in future vocational teachers using
CAD/SAE-systems**

Horbatyuk Roman Mykhaylovych

Sc.D. in Pedagogy, Professor, Head of the Department of Mechanical Engineering and Transport, Ternopil Volodymyr Hnatyuk National Pedagogical University, 46018, Ternopil, M. Kryvonosa str., 2, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1497-1866>

Volkova Nataliia Valentynivna

Sc.D. in Pedagogy, Associate Professor, Department of Technological and Vocational Education, Kryvyi Rih State Pedagogical University, 50086, Kryvyi Rih, Gagarina Avenue, 54, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0662-9777>

Ozhha Mykhailo Mykhaylovych

Ph.D. in Pedagogy, Associate Professor of the Department of Computer Technologies, Ternopil Volodymyr Hnatyuk National Pedagogical University, 46018, Ternopil, M. Kryvonosa str., 2, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6954-0318>

Zahorodnii Roman Ivanovych

Ph.D. in Technical, Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering and Transport, Ternopil Volodymyr Hnatyuk National Pedagogical University, 46018, Ternopil, M. Kryvonosa str., 2, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5327-6938>



Bureha Nazar Vasylovych

Ph.D. in Technical, Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering and Transport, Ternopil Volodymyr Hnatyuk National Pedagogical University, 46018, Ternopil, M. Kryvonosa str., 2, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2052-6101>

Abstract. *The presence of a significant number of studies aimed at the formation of graphic competence indicates its importance. However, the constantly growing requirements for future teachers of vocational education in the context of digitalization is an insufficiently researched and implemented issue. The purpose of the article is the formation of graphic competence in future teachers of vocational education using modern CAD-CAE systems in higher education institutions. The main research methods are the analysis of scientific sources, general logical methods (comparison, generalization and systematization), questionnaires, surveys, observations, analysis of educational products. Research results. During the professional training of future teachers of vocational education, the main attention was paid to the content and teaching methods through which graphic competence was formed. For this purpose, a systematic approach was used, ensuring the development of the motivational sphere and filling the educational process with objective meaning. The graphic competence of higher education students was formed in the SolidWorks software environment, based on the fact that this product has an effective tool for building three-dimensional objects of complex models and assemblies. The result of the study is the formation of graphic competence against the background of the activation of professional and cognitive activity of future teachers of vocational training, which is explained by their interest in the form of organization of educational work. As a result of professional and cognitive actions during computer modeling of three-dimensional models, students feel the need to further deepen their knowledge of the profession.*



***Conclusions.** The study confirms that the use of the SolidWorks software environment in the educational process is an important step in the formation of graphic competence of future teachers of vocational training. In the process of solving professional tasks using digital technologies, students develop graphic competence at a qualitatively new level, as well as the ability to plan their work, perform it rationally, and critically compare the initial state of work with the real process of its implementation. Further research will focus on creating an information and educational environment of higher education institutions, in which the professional competence of higher education students of different levels (bachelor's, master's) of higher education will be fully formed.*

***Keywords:** graphic competence, future teachers of vocational training, computer modeling, three-dimensional objects, SolidWorks, CAD-CAE systems, digital technologies, higher education institutions.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями. У багатьох сферах людської діяльності, особливо у сфері професійної (професійно-технічної) освіти, виникає необхідність працювати з великими обсягами даних. Зокрема, фахівці цих напрямів повинні вміти створювати графічні моделі систем, візуалізувати результати експериментів, розробляти інтерактивні візуалізації, співпрацювати в мультидисциплінарних командах тощо. Відповідно, відсутність належної графічної компетентності може призвести до помилок у проєктуванні та розробці, неправильній інтерпретації даних, зниженні конкурентоспроможності на ринках праці тощо [1, 2, 4].

Нині є багато інструментів для розвитку графічної компетентності які реалізуються засобами сучасних цифрових технологій [11, 20, 24, 25]. До їх переваг відносимо здатність взаємодіяти з графічними зображеннями для



підвищення зацікавленості та ефективності освітнього процесу. Доступ до навчальних матеріалів з будь-якого місця дає змогу реалізувати дистанційне навчання, що актуально в сучасних умовах [3, 6, 23].

Таким чином, розвиток графічної компетентності є актуальним завданням сучасної освіти, оскільки він забезпечує підготовку фахівців, здатних ефективно працювати в динамічному середовищі різноманітних технологій. Використання цифрових технологій відкриває нові можливості для ефективного формування графічної компетентності у студентів закладів вищої освіти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вагоме значення для вирішення проблем графічної компетентності зробили вітчизняні науковці. Такі автори, як Р. Горбатюк [4, 5, 17], Ю. Козак [4, 10], М. Козяр [11], І. Нищак [13], О. Джеджула [7], Г. Райковська [16], В. Сидоренко [19] та ін., детально розглянули питання формування графічних умінь у студентів закладів вищої освіти. У контексті середньої та професійної (професійно-технічної) освіти слід відзначити праці українських вчених, таких як: Г. Гавришак [21], І. Воронцова [3], В. Заїка, М. Твердохліб, С. Тарбаєв, Н. Чумак [8], Т. Олефіренко [14], М. Пагута [15], Г. Чемерис [22] та ін.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Наявність значної кількості досліджень, спрямованих на формування графічної компетентності свідчить про її важливе значення. Проте постійно зростаючі вимоги до майбутніх педагогів професійного навчання в контексті цифровізації є недостатньо дослідженим і реалізованим питанням. З огляду на це, наукова публікація орієнтована на вирішення проблеми формування графічної компетентності майбутніх педагогів професійного навчання засобами сучасних програмних продуктів в освітньому процесі закладів вищої освіти.



Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є формування графічної компетентності в майбутніх педагогів професійного навчання засобами сучасних CAD-CAE систем у закладах вищої освіти.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням здобутих наукових результатів. Слід зазначити, що студенти-першокурсники, які не мали належної графічної підготовки до вступу, зазвичай демонструють недостатній рівень графічних навичок. Це стосується створення різного роду дво- та тривимірних зображень. Основною причиною цього є те, що в багатьох середніх школах за останнє десятиріччя предмет «Креслення» був виключений із навчальної програми.

Комп'ютерна графіка суттєво трансформувала наш світ, відкривши безліч можливостей для творчості та ефективної комунікації. Сучасні комп'ютерні програми дозволяють створювати зображення з високою точністю, деталізацією та реалістичністю, що виходить за межі можливостей традиційних методів. Автоматизація рутинних операцій значно прискорює процес створення та редагування графіки. До того ж графічні зображення легко масштабувати, модифікувати, копіювати та змінювати без втрати якості. Варто відзначити, що комп'ютерна графіка використовується в широкому спектрі галузей: від дизайну та реклами до наукових досліджень і кіноіндустрії. Завдяки автоматизації вона дозволяє скоротити витрати на виробництво та друк [9, 12, 18].

На відміну від традиційного двовимірного креслення, CAD-системи дозволяють створювати 3D-модель об'єкта. Це дає змогу детально проаналізувати його конструкцію, виявити потенційні проблеми та внести необхідні зміни на ранніх етапах проєктування. Після створення 3D-моделі система може автоматично генерувати 2D-креслення, що відповідають діючим стандартам. Це значно скорочує час на підготовку документації та зменшує ризик помилок [7, 9].



Більшість CAD-систем мають великі бібліотеки стандартних елементів (болти, гайки, шайби тощо), що дозволяє швидко додавати їх до моделі та зменшувати кількість ручної роботи. CAE-модулі надають можливість проводити різноманітні симуляції та аналізи, такі як аналіз міцності, тепловий аналіз, аналіз руху та ін. Це дозволяє оцінити поведінку виробу в різних умовах експлуатації та оптимізувати його конструкцію.

Сучасні CAD-CAE-системи легко інтегруються з іншими програмними продуктами, такими як системи керування виробництвом, системи управління життєвим циклом продукту, що дозволяє автоматизувати процес розробки та виробництва продукції. Завдяки використанню математичних моделей та алгоритмів, CAD-системи забезпечують високу точність створених моделей і креслень [9, 10, 12].

Багато CAD-систем (SolidWorks, Siemens NX, Autodesk Inventor, PTC Creo, Dassault Systemes та ін.) підтримують спільну роботу над проєктами, що дозволяє декільком користувачам одночасно працювати над одним документом.

Розглянемо основні етапи створення графічних об'єктів за допомогою CAD-CAE систем:

1. Створення 3D-моделі: використання геометричних примітивів, бібліотек елементів та інструментів моделювання для створення тривимірної моделі виробу.
2. Додавання розмірів і допусків: внесення необхідних розмірів, допусків та інших геометричних характеристик в модель.
3. Створення складальних моделей: об'єднання деталей у складальну модель.
4. Проведення симуляцій та аналізів: використання CAE-модулів для оцінювання характеристик моделі.



5. Генерація 2D-креслень: автоматичне створення двовимірних креслень на основі 3D-моделі.

6. Перевірка та редагування креслень: візуальна перевірка креслень та внесення необхідних змін [16, 24].

На сьогоднішній день популярними є такі CAD-CAE системи:

SolidWorks – широко використовується в машинобудуванні;

AutoCAD – один із найпопулярніших CAD-систем;

CATIA – використовується в аерокосмічній та автомобільній промисловості;

ANSYS – CAE-пакет для проведення різноманітних симуляцій.

Використання CAD-CAE систем є невід’ємною частиною сучасного машинобудування та інших галузей промисловості. Вони дозволяють створювати якісні та конкурентоспроможні продукти в коротші терміни.

У процесі професійної підготовки майбутніх педагогів професійного навчання (спеціальність 015 Професійна освіта (за спеціалізаціями)) основну увагу приділяли змісту та методам навчання за допомогою яких формується графічна компетентність [3, 4, 21, 22]. Під час професійної підготовки майбутніх педагогів професійного навчання основний акцент робився на змісті та методах навчання, які сприяють формуванню графічної компетентності [9, 10]. Однак для досягнення поставлених цілей і формування цілісної особистості, а не лише окремих її якостей і властивостей, необхідно впроваджувати системний підхід. Це забезпечує розвиток мотиваційної сфери та наповнює освітній процес об’єктивним змістом [13, 14].

З урахуванням сучасних вимог до професійної підготовки фахівців у сфері професійної (професійно-технічної) освіти, використання комп’ютерного моделювання стає важливим інструментом в організації освітнього процесу. Це дозволяє не лише оптимізувати освітній процес, але й забезпечити більш якісне



засвоєння навчального матеріалу. Завдяки комп'ютерному моделюванню студенти отримують можливість візуалізувати складні технічні концепції, аналізувати різні сценарії функціонування систем, розробляти власні моделі та перевіряти їх ефективність. Крім того, такий підхід сприяє активізації самостійної роботи студентів, розвиває їхні аналітичні здібності, креативне мислення та навички прийняття рішень у нестандартних ситуаціях. Впровадження технологій комп'ютерного моделювання дозволяє інтегрувати теоретичні знання з практичними вміннями, що значно підвищує рівень сформованості графічної компетентності майбутніх фахівців.

Особливо важливо, що комп'ютерне моделювання створює можливості для імітації реальних умов роботи різни (електронних, телекомунікаційних та ін.) систем, дозволяючи студентам краще зрозуміти їхню структуру, принципи функціонування та можливі проблеми. Це також сприяє розвитку професійної впевненості, оскільки студенти можуть експериментувати з різними підходами та рішеннями без ризику для реального обладнання чи проєктів.

Формування графічної компетентності майбутніх педагогів професійного навчання є важливим аспектом їх фахової підготовки. В освітньому процесі для досягнення цієї мети ефективно використовувати сучасні програмні середовища, такі як SolidWorks. Даний редактор забезпечує широкий спектр інструментів для моделювання, які дозволяють створювати високоякісні тривимірні моделі складних деталей і зборок, що важливо для засвоєння основ тривимірного проєктування.

SolidWorks пропонує зручний інтерфейс й ефективні функціональні можливості, які дозволяють оперувати простими і водночас чіткими поняттями, такими як «основа», «бобишка», «фаска», «заокруглення», «отвір», «ребро», «оболонка» тощо. Використання цих елементів у процесі навчання допомагає студентам краще зрозуміти фундаментальні принципи 3D-моделювання та



поступово перейти до створення більш складних моделей.

Крім того, однією з переваг SolidWorks є можливість відтворення технологічного процесу виготовлення деталей під час моделювання. Це дозволяє студентам не тільки вивчати принципи проєктування, але й отримувати уявлення про виробничі процеси, такі як обробка, складання та тестування. Таким чином, навчання в SolidWorks сприяє інтеграції теоретичних знань із практичними навичками, що є ключовим для підготовки майбутніх педагогів професійного навчання.

Застосування SolidWorks дозволяє запроваджувати наочні методи навчання, які підвищують мотивацію студентів та їх зацікавленість в освітньому процесі. Візуалізація тривимірних моделей, можливість змінювати параметри в режимі реального часу та перевіряти функціональність створених деталей забезпечує ефективне засвоєння навчального матеріалу. Завдяки цьому студенти можуть не тільки опанувати навички роботи з сучасними програмними продуктами, але й розвивати творчий підхід до розв'язання складних інженерних задач.

Таким чином, використання програмного середовища SolidWorks для формування графічної компетентності майбутніх педагогів професійного навчання є ефективним інструментом, що забезпечує сучасний рівень підготовки та відповідає вимогам ринку праці.

Беручи це до уваги, керувалися такими рекомендаціями для створення тривимірних моделей у SolidWorks:

1. *Раціональність формоутворювальних операцій.* Побудову моделі слід здійснювати із залученням мінімальної кількості тривимірних формоутворювальних операцій. Для цього важливо приділяти особливу увагу оптимізації ескізів, створюючи їх максимально простими та функціональними.



2. *Ефективність використання команд SolidWorks.* У програмі доступні інструменти, які дозволяють виконувати декілька формоутворювальних операцій за один виклик. Ці команди доцільно використовувати для зменшення кількості окремих операцій. Наприклад, такі дії, як заокруглення, фаски чи нахил, найкраще виконувати наприкінці процесу побудови моделі, коли базова геометрія вже сформована.

3. *Планування етапів побудови моделі.* Перед початком створення деталі необхідно детально продумати всі етапи її побудови. Зокрема, доцільно визначити, як виглядатиме основа деталі. Непродумане використання операцій, наприклад, «Видалення», яке впливає на базову геометрію, може викликати помилки у розрахунках та структурі 3D-моделі.

4. *Уникнення перевантаження допоміжною геометрією.* Зайві геометричні елементи ускладнюють модель і процес її редагування. Рекомендується використовувати вже існуючі плоскі грані (опорні площини), а ребра – як осі або направляючі. Такий підхід забезпечує простоту й функціональність моделі.

5. *Зручність інтеграції у збірках.* Деталь слід створювати так, щоб її легко було розмістити у складі збірки. Наприклад, замість використання базових площин можна створювати зміщені площини або починати побудову на додаткових площинах, розташованих під певними кутами. Це розширює можливості інтеграції моделі.

6. *Використання масивів для повторюваних елементів.* Як у тривимірних деталях, так і в збірках, для копіювання типових елементів рекомендується застосовувати команди побудови масивів. Це оптимізує процес і дозволяє уникати ручного дублювання однакових компонентів.

7. *Особливості роботи з непараметричними моделями.* Якщо модель не є параметричною, слід відключити параметризацію, зафіксувати деталь після її

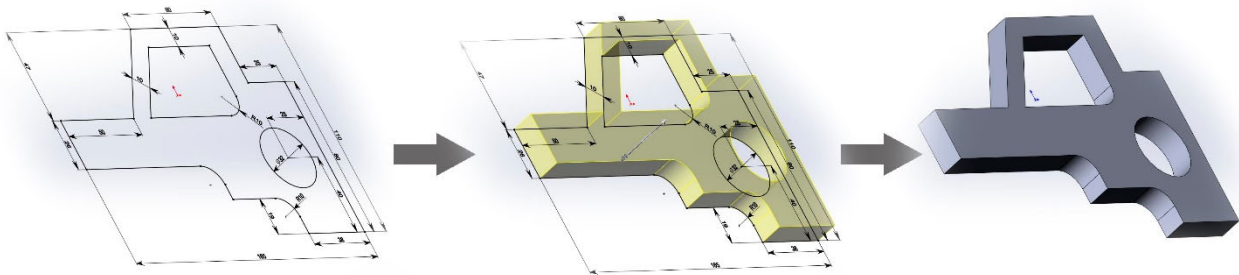


остаточного розміщення в збірці та видалити зайві зв'язки, які можуть ускладнювати подальшу роботу з моделлю.

SolidWorks – це система автоматизації інженерного проєктування, що здебільшого застосовується у машинобудівній галузі. Особливості її роботи варто враховувати на кожному етапі створення моделі. Наприклад, під час розробки тривимірної моделі пластини (рис. 1) можна детально вивчити основні принципи роботи в цій програмі, що дозволяє оволодіти ключовими аспектами сучасного інженерного моделювання.

Рисунок 1

Візуалізація створення тривимірної моделі



Джерело: власна розробка авторів

Формування графічної компетентності реалізується через процес моделювання тривимірних об'єктів, що відбувається в умовах активізації професійно-пізнавальної діяльності студентів. Однією з ключових причин цього є зацікавленість студентів у сучасній формі організації освітнього процесу, яка відповідає вимогам їх майбутньої професійної діяльності.

У процесі професійно-пізнавальної діяльності майбутні педагоги професійного навчання не лише опановують технічні навички, але й формують внутрішню мотивацію до подальшого удосконалення. Цей підхід стимулює їх до поглибленого вивчення професійної сфери, адже робота з сучасними цифровими



технологіями сприяє усвідомленню важливості отриманих знань та їхньої практичної цінності.

Таким чином, інтеграція комп'ютерного моделювання в освітній процес не лише підвищує рівень графічної компетентності, а й сприяє розвитку професійного мислення та заохочує студентів до постійного саморозвитку в межах обраної професії.

Використання цифрових технологій значно підвищує зацікавленість студентів до навчального матеріалу, сприяє цілеспрямованому й систематичному формуванню їх графічної компетентності, а також робить освітній процес більш технологічним та ефективним. Завдяки цифровим інструментам з'являється можливість детально аналізувати різноманітні способи створення моделей, виробничих і технологічних процесів, забезпечуючи комплексний підхід до вивчення матеріалу. Особливу роль у цьому процесі відіграє застосування сучасного прикладного програмного забезпечення, такого як SolidWorks, AutoCAD, CATIA та інші. Ці програми дають можливість науково-педагогічним працівникам ефективно реалізовувати загальнодидактичні принципи навчання, серед яких: свідомість виконання навчальних завдань – забезпечує глибше розуміння змісту навчання; наочність – сприяє більш доступному та зрозумілому поясненню складних процесів; доступність – гарантує врахування рівня підготовки студентів; послідовність – формує логічність у засвоєнні знань і навичок; диференціація та індивідуалізація – дозволяють враховувати індивідуальні особливості студентів й адаптувати освітній процес до їхніх потреб.

Таким чином, цифрові технології не лише розширюють можливості викладання, але й сприяють формуванню у майбутніх педагогів професійного навчання ключових професійних компетенцій, необхідних для успішної роботи в сучасному інформаційному середовищі.



Висновки. Реалізація комп'ютерного моделювання в освітньому процесі спрямована на підвищення якості знань студентів і формування графічної компетентності в майбутніх педагогів професійного навчання, як засобу покращення їх фахової підготовки.

Використання цифрових технологій в освітньому процесі значно підвищує пізнавальний інтерес здобувачів вищої освіти до навчального матеріалу, сприяє цілеспрямованому та систематизованому формуванню, поглибленню й розширенню їхніх знань. Це стало можливим завдяки урізноманітненню навчального матеріалу й удосконаленню методичних підходів до викладання дисциплін професійної підготовки.

Впровадження цифрових технологій в освітній процес дозволяє розглядати різноманітні способи розв'язання навчальних і професійних завдань, збільшувати їх кількість та урізноманітнювати зміст. Завдяки цьому у студентів формуються сучасні компетентності, серед яких графічна компетентність відіграє важливу роль. Цифрові технології забезпечують можливість систематичного підходу до розв'язання складних завдань, стимулюють розвиток творчого підходу та сприяють адаптації майбутніх педагогів професійного навчання до реальних умов професійної діяльності. Це робить освітній процес більш технологічним, інтерактивним і результативним.

Перспективами подальших досліджень буде створення інформаційно-освітнього середовища закладу вищої освіти, в якому повною мірою формуватиметься професійна компетентність здобувачів вищої освіти різних рівнів (бакалаврського, магістерського) вищої освіти.



Список використаних джерел

1. Бойчук В. М., Горбатюк Р. М., Кучер С. Л. Методика застосування інформаційно-комунікаційних технологій у підготовці до проектної діяльності майбутніх учителів трудового навчання. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2019. Т. 71, № 3. С. 137–153.

URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2019_71_3_12.

2. Биков В. Ю., Буров О. Ю. Цифрове навчальне середовище: нові технології та вимоги до здобувачів знань. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців, методологія, теорія, досвід, проблеми*. Вінниця : ТОВ «Друк плюс», 2020. Вип. 55. С.11–22.

3. Воронцова І. В. Педагогічні умови формування графічної компетентності учнів ПТНЗ. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Педагогічні науки: реалії та перспективи*. Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова. 2012. Серія № 5. Випуск 31. С. 49–53.

4. Горбатюк Р. М., Козак Ю. Ю. Педагогічні умови формування графічної компетентності майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю в педагогічних університетах. *Ukrainian Journal of Educational Studies and Information Technology*. Том 6. № 3. 2018. С. 33–47. URL: <http://ojs.mdpu.org.ua/index.php/itse/article/view/2466>.

5. Горбатюк Р. М. Комп'ютерне моделювання у підготовці майбутніх інженерів-педагогів до професійної діяльності. *Наукові записки Тернопільського нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Серія : Педагогіка*. 2009. № 3. С. 222–229.

6. Гуревич Р., Кадемія М., Опушко Н., та ін. Роль цифрових технологій навчання в епоху цивілізаційних змін. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*. 2021. С. 28–38.



7. Джеджула О. М., Ордіховський В. О. Графічна культура як складова про-фесійної компетентності майбутнього інженера. *Сучасні інформаційні техно-логії та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців*. 2009. № 21. С. 363–366.

8. Заїка В. Ф., Твердохліб М. Г., Тарбаєв С. І., Чумак Н. С. Основи інженерної та комп'ютерної графіки. 2017. URL: http://www.dut.edu.ua/uploads/1_1622_31814633.pdf.

9. Коваленко С. В. Реалізація моделі формування графічної компетентності майбутніх інженерів-будівельників засобами інформаційних технологій. *Гуманізація навчально-виховного процесу*. Слов'янськ : Випуск LIV. 2011. С. 190–198.

10. Козак Ю. Ю. Графічна компетентність як складова професійної підготовки майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю. *Наукові записки. Серія: педагогіка*. 2016. № 2. С. 158–163.

11. Козяр М. М. Комп'ютерна графіка: SolidWorks : навч. посіб. Херсон : Олді-плюс, 2018. 252 с.

12. Коляса П. І. Формування графічної компетентності майбутніх інженерів-педагогів засобами цифрових технологій : дис. ... д-ра філософії : 015. Тернопіль, 2022. 223 с.

13. Нищак І. Д., Оршанський Л. В. Комп'ютер як сучасний засіб організації дидактичних ігор у процесі графічної підготовки майбутніх учителів технології. *Проблеми трудової і професійної підготовки*. Слов'янськ : СДПУ, 2012. Вип. 17. В 3 т. – Т. 1. – С. 177 – 184.

14. Оліференко Т. О., Шевченко В. В. Формування графічної компетентності майбутніх учителів технологій: Визначення структурних компонентів. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Педагогічні науки: реалії та перспективи*. 2015. Серія 5. Вип. 52. С. 181–188.



15. Пагута М. Професійно-графічна компетентність вчителя трудового навчання у світлі вимог інформаційного суспільства. *Молодь і ринок*. 2023. № 2/210. 94–98.

16. Райковська Г. О., Шостачук А. М. Проектування змісту графічних знань в середовищі САД систем. *Науковий вісник Ужгородського університету : збірник наукових праць; серія: Педагогіка. Соціальна робота*. Ужгород : Говерла, 2021. Вип. 2 (49). С. 169–173.

17. Роман Горбатюк, Ярослав Замора, Микола Рутило, Степан Сіткар, Назар Бурега. Застосування інформаційно-комунікаційних технологій в процесі підготовки фахівців професійної освіти. *Молодь і ринок*. 2023, № 2/210, С. 72–77.
<https://doi.org/10.24919/2308-4634.2023.275471>.

18. Саєнко С. Ю., Нечипоренко І. В. Основи САПР : навч. посібник. Харків : ХДУХТ, 2017. 120 с.

19. Сидоренко В. К. Нові інформаційні технології в графічній підготовці студентів вищих навчальних закладів. *Вісник Київського міжнародного університету. Серія: Педагогічні науки*. Київ : КиМУ, 2004. Вип. 4. С. 213–223.

20. Тулашвілі Ю. Підготовка фахівців у закладах вищої освіти в реаліях цифрової трансформації. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2021. 116–127.

21. Уруський А. В., Гаврищак Г.Р. Формування графічної компетентності здобувачів вищої освіти засобами комп'ютерно-орієнтованих технологій. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Педагогіка*. 2021. № 1. С. 6–13.

22. Чемерис Г. Ю., Осадча К. П. Аналіз сутності поняття «графічна компетентність» у системі підготовки майбутнього бакалавра з комп'ютерних



наук. *Ukrainian Journal of Educational Studies and Information Technology*, Vol. 5. 2017. №. 3. Стр. 37–46.

23. Яворик Ю. В. Роль інформаційних комп'ютерних графічних технологій у формуванні творчої діяльності майбутніх фахівців дизайну. *Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи*. Київ : Інститут реклами, 2007. Вип. № 10. С. 39–42.

24. Godin V., Terekhova A. Digitalization of Education: Models and Methods. *International Journal of Technology*. Volume 12(7), 2021. pp. 1518–1528.

25. Kucher, S.; Horbatiuk, R.; Serdiuk, O.; Ozhha, M.; Hrynaiieva, N. and Fridman, M. *Use of Information and Communication Technologies in the Organization of Blended Learning of Future Vocational Education Professionals*. In Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology – Volume 2: AET, ISBN 978-989-758-558-6, 2022, pages 44–51. DOI: 10.5220/0010928300003364.