

УДК 378.147:371.134:004

DOI: 10.31376/2410-0897-2026-2-61-103-110

СУЧАСНИЙ СТАН, СУПЕРЕЧНОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЙ ДО ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ЦИФРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Марченко Станіслав Сергійович

кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри технологічної і професійної освіти

Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка

e-mail: marstp@gmail.com

ORCID ID: 0000-0002-4962-1831

У статті розглянуто проблему підготовки майбутніх учителів технологій до використання засобів цифрового виробництва. Обґрунтовано, що поширення 3D-друку, лазерних і фрезерних верстатів з ЧПК та інших цифрових технологій актуалізує оновлення змісту шкільної технологічної освіти і професійної підготовки вчителя. Визначено, що Державний стандарт базової середньої освіти орієнтує на формування в учнів готовності до використання сучасних технологій і техніки, проте система підготовки в закладах вищої освіти лише частково відповідає цим вимогам. На основі аналізу наукових праць виявлено ключові суперечності між потребами шкільної практики, нормативними вимогами та рівнем змістового, методичного і матеріально-технічного забезпечення. Окреслено перспективи подальших досліджень щодо розроблення концептуальної моделі, дидактичної системи та педагогічних умов ефективної підготовки до використання засобів цифрового виробництва.

Ключові слова: майбутні вчителі технологій, засоби цифрового виробництва, цифрово-технологічна компетентність, професійна підготовка, шкільна технологічна освіта.

Постановка проблеми. Цифровізація виробництва є однією з провідних тенденцій розвитку сучасної економіки, що зумовлює зміни у структурі ринку праці та вимогах до професійної підготовки фахівців. 3D-принтери, лазерні та фрезерні верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК) активно впроваджуються не лише в промисловості, а й у малому бізнесі, дизайні, медицині, архітектурі та освіті. У зв'язку з цим засоби цифрового виробництва (ЗЦВ) поступово набувають статусу важливого складника сучасної технологічної культури, а володіння базовими навичками роботи з ними стає важливим показником технологічної підготовленості особистості. У межах статті під засобами цифрового виробництва розуміємо сукупність цифрово керованого обладнання та пов'язаного з ним програмного забезпечення, які забезпечують реалізацію повного або часткового циклу виготовлення виробу – від цифрового проектування до матеріалізації результату.

У таких умовах школа має не лише ознайомлювати учнів із сучасними технологіями, а й формувати в них первинний практичний досвід використання таких технологій як підґрунтя для подальшої професійної освіти та технічної підготовки. Отже, питання відображення ЗЦВ у змісті шкільної технологічної освіти набуває особливої актуальності.

Державний стандарт базової середньої освіти в технологічній освітній галузі орієнтує на формування в учнів готовності до використання сучасних технологій і техніки, розвиток технологічного мислення та здатності до проектно-технологічної діяльності [1]. Реалізація цих вимог у шкільній практиці безпосередньо залежить від рівня підготовки вчителя технологій, який має бути компетентним у використанні засобів цифрового виробництва та методиці їх педагогічного застосування.

Водночас аналіз сучасного стану підготовки майбутніх учителів технологій у закладах вищої освіти дає підстави стверджувати, що проблематика використання засобів цифрового виробництва ще не дістала достатнього системного змістового й методичного представлення в освітніх програмах, а матеріально-технічне забезпечення кафедр технологічної освіти не завжди відповідає сучасному рівню розвитку виробничих технологій. За таких умов підготовка студентів у цій сфері нерідко має фрагментарний характер.

Таким чином, виникає суперечність між об'єктивною необхідністю відображення сучасних технологій обробки матеріалів, зокрема засобів цифрового виробництва, у змісті шкільного предмета «Технології» та недостатньою готовністю майбутніх учителів технологій до їх використання в освітньому процесі. Зазначена суперечність визначає актуальність дослідження та зумовлює потребу в системному науковому осмисленні проблеми підготовки майбутніх учителів технологій до використання ЗЦВ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика технологічної освіти та підготовки вчителів технологій привертає дедалі більшу увагу як вітчизняних, так і зарубіжних дослідників. Водночас аналіз наукових праць засвідчує нерівномірність розроблення окремих аспектів цієї проблеми: якщо в міжнародному дослідницькому полі питання інтеграції засобів цифрового виробництва в освіту вже розглядається достатньо системно, то у вітчизняній педагогічній науці воно переважно висвітлюється фрагментарно – через аналіз окремих цифрових технологій або суміжних процесів цифровізації професійної підготовки.

У вітчизняних дослідженнях увага зосереджується насамперед на окремих практико-орієнтованих та методичних аспектах використання сучасного цифрового обладнання в освітньому процесі. Так, у дослідженні [2] розглянуто методичні аспекти використання лазерного гравіювального верстата з ЧПК на заняттях з технологій, обґрунтовано доцільність застосування відповідного обладнання в навчальному процесі.

І. Барановська та Д. Барановський аналізують можливості впровадження технологій 3D-моделювання в підготовку здобувачів технічних та мистецьких спеціальностей, акцентуючи увагу на потенціалі тривимірного моделювання як засобу формування проєктно-технологічних компетентностей [3]. М. Пригодій досліджує методичні засади застосування цифрових технологій у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників, підкреслюючи необхідність системного підходу до формування цифрової компетентності в умовах професійної освіти [4]. Таким чином, вітчизняні праці створюють важливе підґрунтя для осмислення ролі цифрових технологій у професійній і технологічній освіті, однак не формують цілісного наукового бачення підготовки саме майбутніх учителів технологій до використання засобів цифрового виробництва.

Значно ширше і більш послідовно ця проблематика окреслена в зарубіжній науковій літературі. Одним із провідних напрямів є дослідження використання 3D-моделювання та 3D-друку в педагогічній освіті. Так, М. Теjera, S. Galić та Z. Lavičza в системному огляді доводять, що інтеграція відповідних технологій у підготовку вчителів сприяє розвитку просторового мислення, творчих здібностей і технологічної компетентності майбутніх педагогів [5]. Е. Ulbrich зі співавторами, досліджуючи досвід Чорногорії та Австрії, довели, що 3D-моделювання і 3D-друк мають високий дидактичний потенціал у різних освітніх контекстах і можуть ефективно інтегруватися в STEAM-освіту [6]. В. Anđić зі співавторами вивчали чинники, що впливають на готовність учителів до використання 3D-принтерів у навчанні, і встановили визначальну роль педагогічної підготовки, технічної підтримки та інституційного середовища [7].

Окремий напрям зарубіжних досліджень пов'язаний із вивченням змісту, форм і засобів підготовки майбутніх учителів до роботи в умовах інноваційних навчально-виробничих просторів та лабораторій цифрового виробництва. S. Bulut зі співавторами, досліджуючи матеріали і процеси, розроблені майбутніми вчителями із використанням 3D-принтерів і верстатів з ЧПК, довели, що такий досвід суттєво підвищує їхню технологічну впевненість і методичну готовність [8]. М. Мах зі співавторами розглядають педагогічний простір творчого технічного виробництва як середовище, що водночас відкриває нові можливості та створює нові виклики для розвитку інтегрованих технологічних, педагогічних і предметних знань майбутніх учителів (ТРАСК) [9]. Е. Fokides в аналітичному огляді наукових джерел, присвяченому використанню 3D-принтерів у навчанні молодших учнів, систематизує наявні дані про навчальні ефекти, організаційні умови та педагогічні обмеження такої діяльності [10]. Ці праці засвідчують те, що зарубіжна наука поступово переходить від вивчення окремих технічних можливостей обладнання до осмислення цілісних педагогічних моделей його використання в освіті.

Аналіз зарубіжних досліджень дає підстави виокремити кілька провідних тенденцій у дослідженні інтеграції засобів цифрового виробництва в освіту. По-перше, спостерігається зміщення дослідницького фокусу від технічних характеристик обладнання до педагогічних умов і методичних підходів його використання в освітньому процесі. По-друге, посилюється увага до підготовки саме вчителів, які забезпечують упровадження ЗЦВ у шкільну практику, а компетентність педагога дедалі частіше розглядається як визначальний чинник ефективності відповідного навчання [7; 9]. По-третє, формується розуміння того, що підготовка вчителів до використання ЗЦВ є не суто технічним, а комплексним педагогічним завданням, яке потребує відповідного теоретичного обґрунтування, методичного забезпечення та спеціально організованого освітнього середовища [5; 8]. Саме ці тенденції формують той науковий контекст, у межах якого має розвиватися і вітчизняне дослідження підготовки майбутніх учителів технологій до використання засобів цифрового виробництва.

Отже, попри наявність значної кількості праць, присвячених цифровізації освіти, використанню засобів цифрового виробництва, 3D-моделюванню, 3D-друку та STEM-орієнтованому навчанню, проблема підготовки саме майбутніх учителів технологій до використання ЗЦВ як цілісна педагогічна система ще не має достатнього системного змістового й методичного висвітлення. Залишаються недостатньо розробленими питання структури цифрово-технологічної компетентності майбутнього вчителя технологій, концептуальних засад його підготовки, педагогічних умов її ефективної реалізації та відповідного дидактико-методичного забезпечення. Це й актуалізує потребу в подальшому науковому дослідженні означеної проблеми.

Метою статті є визначення сучасного стану підготовки майбутніх учителів технологій до використання засобів цифрового виробництва, виявлення ключових суперечностей у цій сфері та окреслення перспектив її подальшого наукового розроблення.

Виклад основного матеріалу. Державний стандарт базової середньої освіти, затверджений постановою Кабінету Міністрів України у 2020 р., визначає технологічну освітню галузь як одну з ключових у формуванні готовності учнів до життя і праці в умовах сучасного суспільства [1]. Відповідно до стандарту, технологічна галузь спрямована на формування в учнів здатності до проєктно-технологічної діяльності, опанування сучасних технологій обробки матеріалів, розвиток технологічного мислення та підготовку до усвідомленого вибору майбутньої професії. Особлива увага приділяється готовності учнів до використання сучасних технологій і техніки, що в сучасних умовах безпосередньо пов'язано з ознайомленням із засобами цифрового виробництва [1].

Аналіз змісту Державного стандарту базової середньої освіти в межах технологічної освітньої галузі засвідчує, що він орієнтує на діяльнісний підхід і практичну спрямованість навчання. Це дає підстави стверджувати, що зміст технологічної освіти має забезпечувати набуття учнями досвіду реалізації власних проєктів із застосуванням сучасних техніко-технологічних засобів. Це принципово відрізняє сучасну концепцію технологічної освіти від традиційної трудової підготовки, у межах якої переважали ручні техніки обробки матеріалів і репродуктивні методи навчання.

Такий підхід висуває якісно нові вимоги до вчителя технологій. По-перше, він має бути компетентним у використанні засобів цифрового виробництва: розуміти принципи роботи засобів цифрового виробництва, уміти працювати з програмним забезпеченням для моделювання та керування технологічними процесами, виконувати базові операції на обладнанні. По-друге, учитель має бути методично підготовленим до організації освітнього процесу з використанням ЗЦВ: розробляти навчальні завдання, інтегрувати цифрове виробництво в проєктну діяльність учнів, забезпечувати безпечну роботу в оснащеному навчальному просторі. По-третє, він повинен розуміти логіку сучасного виробництва і бути здатним формувати в учнів цілісне уявлення про технологічний процес – від задуму та цифрової моделі до готового виробу. Отже, ідеться не лише про технічне володіння обладнанням, а й про здатність педагогічно доцільно використовувати відповідне обладнання як дидактичний засіб шкільної технологічної освіти.

Використання засобів цифрового виробництва в шкільній технологічній освіті має принципову специфіку порівняно з традиційними засобами обробки матеріалів. Якщо в умовах традиційного трудового навчання технологічна діяльність учнів переважно зосереджувалася на ручному виконанні окремих операцій, то використання засобів цифрового виробництва передбачає інтеграцію в єдиний процес кількох взаємопов'язаних етапів: проєктування виробу, створення або опрацювання цифрової моделі, підготовку файлу до обробки, вибір параметрів виготовлення, безпосереднє виконання технологічної операції та оцінювання отриманого результату. Унаслідок цього змінюється не лише інструментальна база навчання, а й сама логіка технологічної діяльності, яка набуває більш комплексного, проєктно-цифрового характеру. Саме тому використання засобів цифрового виробництва в шкільному предметі «Технології» не може розглядатися як просте доповнення до наявного змісту навчання, а потребує переосмислення ролі вчителя, змісту навчальних завдань і способів організації проєктно-технологічної діяльності учнів.

Разом із тим упровадження засобів цифрового виробництва в шкільну технологічну освіту має враховувати вікові та психофізіологічні особливості учнів. На початкових етапах технологічної підготовки пріоритетного значення набуває ручна предметно-практична діяльність, оскільки вона забезпечує не лише засвоєння базових технологічних умінь, а й розвиток дрібної моторики, координації рухів, точності, окоміру, працездатності та загальної культури праці. На відміну від традиційних ручних видів діяльності, робота із засобами цифрового виробництва вимагає від учнів вищого рівня концентрації уваги, здатності діяти послідовно й точно, враховувати сукупність технічних і технологічних параметрів, а також розуміти взаємозв'язок між цифровою моделлю, налаштуваннями обладнання та кінцевим матеріальним результатом. З огляду на це можна припустити, що більш повна реалізація дидактичного потенціалу засобів цифрового виробництва є доцільнішою насамперед у роботі зі старшокласниками, які вже мають достатній рівень технологічної підготовки, цифрової грамотності й здатності до складнішої проєктно-технологічної діяльності.

З огляду на це особливого значення набуває забезпечення наступності між традиційними та сучасними формами і засобами технологічної підготовки учнів. Саме поєднання ручної праці, проєктної діяльності та елементів цифрового виробництва створює умови для цілісного формування технологічної культури особистості. Це водночас вимагає від учителя технологій уміння педагогічно виважено визначати місце кожного виду діяльності в освітньому процесі.

За таких умов підготовка майбутнього вчителя технологій має орієнтуватися не лише на оволодіння самими засобами цифрового виробництва, а й на розуміння педагогічно доцільних меж, етапів і способів їх упровадження в освітній процес.

Ознайомлення із змістом освітніх програм підготовки майбутніх учителів технологій у вітчизняних закладах вищої освіти дає підстави говорити про переважання традиційних підходів до технологічної підготовки та лише часткове врахування реалій сучасного цифрового виробництва. Така ситуація виявляється не лише у відсутності окремих навчальних компонентів, безпосередньо присвячених роботі із ЗЦВ, а й у недостатній узгодженості між технічним, проєктувальним і методичним складниками відповідної підготовки. Унаслідок цього проблематика цифрового виробництва не завжди постає перед студентом як цілісний елемент майбутньої професійної діяльності вчителя технологій.

У структурі підготовки майбутніх учителів технологій, як правило, переважають дисципліни, пов'язані з обробкою конструкційних матеріалів, основами матеріалознавства, інженерною графікою, електротехнікою. Натомість дисципліни, безпосередньо пов'язані з 3D-моделюванням, адитивним виробництвом, лазерною та фрезерною обробкою на цифрово-керованому обладнанні, – або відсутні, або представлені фрагментарно в межах окремих тем суміжних дисциплін. У таких умовах підготовка майбутнього вчителя технологій у сфері цифрового виробництва нерідко виявляється недостатньо

системною, а формування відповідних знань і практичних умінь – непослідовним.

Показово, що потреба в упровадженні цифрових технологій у зміст підготовки фахівців технічного та педагогічного профілю визнається і сучасними дослідниками. М. Пригодій наголошує на необхідності системного підходу до застосування цифрових технологій у професійній підготовці, вказуючи на недостатність фрагментарного їх включення до навчального процесу [4]. І. Барановська та Д. Барановський, аналізуючи досвід упровадження 3D-моделювання в освітній процес, також підкреслюють важливість цілеспрямованого і методично обґрунтованого включення відповідних технологій до змісту підготовки [3]. У дослідженні [2] розглянуто методичні аспекти використання лазерного гравіювально-різального верстата з ЧПК на заняттях з технологій та обґрунтовано доцільність застосування такого обладнання в навчальному процесі. Це засвідчує поступове посилення уваги до цифрових технологій у вітчизняному науково-педагогічному дискурсі, однак не змінює того факту, що їх інтеграція в підготовку майбутніх учителів технологій поки що не має системного характеру.

Зарубіжний досвід у цьому аспекті є особливо показовим. У провідних освітніх системах підготовка вчителів технологій цілеспрямовано містить модулі, пов'язані з роботою в інноваційних навчально-виробничих просторах, лабораторіях цифрового виробництва та STEM-середовищах, у яких засоби цифрового виробництва є органічною складовою навчального середовища [8; 9]. Університети Австрії, Німеччини, США, Ізраїлю та інших країн інтегрують 3D-моделювання, адитивні технології та верстати з ЧПК безпосередньо в освітні програми підготовки педагогів технічного профілю не як факультативний додаток, а як змістово значущий компонент професійної підготовки [5; 6]. Сама підготовка часто будується за принципом практико-орієнтованого навчання через проєктування та виготовлення виробів: майбутні вчителі самі проєктують і виготовляють навчальні об'єкти із застосуванням ЗЦВ, одночасно опановуючи як технологічні, так і методичні аспекти їх використання в освітньому процесі [8]. Такий підхід забезпечує формування не лише операційних умінь, а й методичної готовності до організації аналогічної діяльності з учнями. Таким чином, зарубіжний досвід доводить, що інтеграція цифрового виробництва в педагогічну освіту є стійкою і науково обґрунтованою тенденцією.

Відсутність або фрагментарність тематики ЗЦВ у вітчизняних програмах підготовки вчителів технологій може розглядатися як системна проблема, яка не усувається шляхом локальних змін у змісті окремих навчальних дисциплін, а потребує переосмислення логіки побудови освітньої програми відповідної спеціальності.

Якість підготовки майбутніх учителів технологій до використання засобів цифрового виробництва визначається не лише змістом навчальних програм, а й наявністю належної матеріально-технічної бази. Специфіка ЗЦВ полягає в тому, що їх опанування принципово неможливе суто теоретичним шляхом: практична робота з обладнанням є необхідною умовою формування відповідних компетентностей. Майбутній учитель технологій має не лише знати принципи роботи 3D-принтера, лазерного гравіювально-різального верстата чи фрезерного верстата з ЧПК, а й уміти самостійно підготувати модель до друку, налаштувати параметри обробки, виконати технологічну операцію та оцінити якість отриманого результату.

Зарубіжні дослідники одноставні в тому, що матеріально-технічне забезпечення є критичною умовою успішної підготовки педагогів до використання ЗЦВ. В. Anđić зі співавторами, досліджуючи чинники готовності вчителів до використання 3D-принтерів, встановили, що доступність обладнання та технічна підтримка є одними з найвагоміших факторів, які визначають успішність упровадження цифрових технологій у навчальний процес [7]. S. Vulut зі співавторами підкреслюють, що формування технологічної впевненості майбутніх учителів безпосередньо пов'язане з можливістю систематичної практичної роботи на відповідному обладнанні [8]. М. Мах зі співавторами розглядають педагогічний простір творчого технічного виробництва як важливе середовище формування інтегрованих технологічних, педагогічних і предметних знань майбутніх учителів, наголошуючи, що саме фізична взаємодія з обладнанням формує той рівень компетентності, якого неможливо досягти в умовах традиційної аудиторної підготовки [9].

Для вітчизняних закладів вищої освіти, що здійснюють підготовку вчителів технологій, це актуалізує питання цілеспрямованого формування навчально-виробничої інфраструктури нового типу – оснащених лабораторій або майстерень цифрового виробництва, які містять 3D-принтери, лазерні та фрезерні верстати з ЧПК, а також відповідне програмне забезпечення для 3D-моделювання та керування технологічними процесами. За таких умов доцільним є розгляд подібних просторів не як факультативного елемента, а як важливої складової професійної підготовки майбутнього вчителя технологій.

У цьому контексті важливо окреслити мінімально необхідний склад обладнання та програмного забезпечення, що забезпечує базові умови для підготовки майбутніх учителів технологій до використання ЗЦВ. До нього доцільно віднести 3D-принтери FDM-типу як найбільш доступний і поширений у навчальній практиці різновид обладнання для адитивного виробництва, лазерні гравіювально-різальні верстати для обробки широкого спектра матеріалів, а також фрезерні верстати з ЧПК для механічної обробки матеріалів. Програмне забезпечення має охоплювати щонайменше один пакет для параметричного 3D-моделювання, наприклад

Fusion 360 або FreeCAD, а також програмне забезпечення для підготовки цифрових моделей до друку та керування технологічним обладнанням. Водночас принципове значення має не лише наявність окремих технічних засобів, а й їх педагогічно доцільне поєднання в межах єдиного навчального простору. Матеріально-технічна база має забезпечувати можливість послідовного проходження студентами повного циклу технологічної діяльності – від цифрового проектування до виготовлення та оцінювання готового виробу. Лише за такої умови відповідне обладнання виконує не демонстраційну, а справді навчально-професійну функцію.

Водночас матеріально-технічне забезпечення саме по собі не вирішує проблеми. Воно є необхідною, але не достатньою умовою ефективної підготовки. Наявність обладнання потребує відповідного методичного супроводу: розроблених навчальних завдань, інструкцій, критеріїв оцінювання, а також викладачів, які самі володіють компетентностями у сфері цифрового виробництва на належному рівні.

Підготовка майбутніх учителів технологій до використання засобів цифрового виробництва не може бути зведена лише до оновлення змісту навчальних дисциплін чи забезпечення матеріально-технічної бази. Її ефективність значною мірою залежить від педагогічних умов, за яких відповідна підготовка здійснюється. Узагальнення наукових джерел й аналіз окресленої проблематики дають підстави пов'язувати ефективність такої підготовки зі спеціально організованим освітнім середовищем, інтеграцією практико-орієнтованої та проєктної діяльності, належним методичним супроводом роботи із ЗЦВ, а також підготовленістю викладачів до реалізації цих завдань. Зазначені аспекти потребують окремого цілеспрямованого теоретичного обґрунтування.

У межах цього дослідження цифрово-технологічну компетентність учителя технологій доцільно розглядати як інтегративну характеристику особистості педагога, що охоплює знання принципів роботи засобів цифрового виробництва, умінь працювати з відповідним програмним забезпеченням та обладнанням, а також здатність методично грамотно організувати освітній процес із їх використанням. У структурі такої компетентності можна виокремити кілька взаємопов'язаних компонентів. Мотиваційний компонент охоплює усвідомлення вчителем значущості засобів цифрового виробництва для сучасної технологічної освіти, готовність до постійного професійного розвитку в цій сфері та позитивне ставлення до впровадження ЗЦВ у власну педагогічну практику. Когнітивний компонент охоплює знання про принципи функціонування засобів цифрового виробництва, відповідне програмне забезпечення, а також дидактичні можливості їх використання. Операційний компонент передбачає сформованість практичних умінь роботи з обладнанням цифрового виробництва – від підготовки цифрової моделі до виконання технологічної операції та оцінювання якості результату. Методичний компонент відображає здатність учителя організувати освітній процес із використанням ЗЦВ: розробляти навчальні завдання і проєкти, інтегрувати цифрове виробництво в проєктно-технологічну діяльність учнів, забезпечувати безпечні умови роботи з обладнанням. Цілісність зазначених компонентів визначає реальну готовність учителя технологій до використання засобів цифрового виробництва в освітньому процесі та створює передумови для реалізації вимог Державного стандарту базової середньої освіти в частині технологічної підготовки учнів.

Водночас наявна ситуація у вітчизняній системі підготовки вчителів технологій дає підстави припускати наявність проблем у формуванні окремих складників цієї компетентності в майбутніх учителів технологій. Це зумовлено комплексом взаємопов'язаних чинників: обмеженим змістовим представленням проблематики ЗЦВ у навчальних програмах, браком обладнання для повноцінної практичної підготовки, а також недостатньою методичною готовністю викладачів закладів вищої освіти до навчання роботі із засобами цифрового виробництва.

Для українського контексту ця проблема набуває особливої ваги з огляду на оновлення змісту шкільної технологічної освіти відповідно до нових нормативних вимог, тоді як система підготовки вчителів технологій у закладах вищої освіти ще не повною мірою адаптована до цих змін. Унаслідок цього між потребами шкільної практики та реальними можливостями професійної підготовки майбутніх учителів технологій зберігається суттєвий розрив, що потребує системного науково-методичного осмислення.

Аналіз сучасного стану підготовки майбутніх учителів технологій до використання засобів цифрового виробництва дає підстави стверджувати, що наявні труднощі мають не випадковий і не локальний, а системний характер. Вони виявляються у формі низки взаємопов'язаних суперечностей, які визначають проблемне поле дослідження та окреслюють напрями його подальшого теоретичного й методичного розроблення.

Найбільш фундаментальною є суперечність між об'єктивною необхідністю відображення сучасних технологій обробки матеріалів, зокрема засобів цифрового виробництва, у змісті шкільного предмета «Технології» та недостатньою готовністю майбутніх учителів технологій до їх використання в освітньому процесі. Цифрове виробництво вже стало невід'ємною складовою сучасної економіки та технологічної культури, у контексті яких відбувається соціалізація та освітній розвиток сучасного учня. Відповідно, шкільний предмет «Технології» має не лише ознайомлювати учнів з відповідними технологіями, а й формувати в них базовий досвід їх практичного використання в проєктно-технологічній діяльності. Проте вчитель, який сам не підготовлений до роботи із засобами цифрового виробництва, не може повноцінно забезпечити реалізацію цих завдань. Унаслідок цього навіть ті можливості, які формально закладені в навчальних програмах, нерідко залишаються нереалізованими або зводяться до теоретичного ознайомлення

без належного практичного наповнення. За таких умов формальна присутність тематики ЗЦВ у змісті навчання ще не гарантує її реального засвоєння учнями, а сам учитель не завжди може виступати носієм сучасної технологічної культури, що є важливою складовою його професійної ролі.

Другою суперечністю є невідповідність між вимогами Державного стандарту базової середньої освіти щодо формування в учнів готовності до використання сучасних технологій і техніки та недостатнім змістовим і методичним забезпеченням підготовки майбутніх учителів технологій у закладах вищої освіти [1]. Державний стандарт чітко визначає орієнтири шкільної технологічної освіти, однак механізми їх реалізації через систему підготовки вчителя залишаються недостатньо опрацьованими в освітніх програмах педагогічних спеціальностей. Унаслідок цього виникає розрив між нормативно визначеними результатами шкільної технологічної освіти та реальними можливостями професійної підготовки тих, хто має ці результати забезпечувати. Особливої ваги ця суперечність набуває з огляду на те, що йдеться не про факультативні чи другорядні аспекти освітнього процесу, а про виконання обов'язкових вимог державного стандарту. Отже, проблема полягає не лише в оновленні окремих навчальних дисциплін, а й у забезпеченні наступності між шкільним і університетським рівнями технологічної освіти.

Третьою суперечністю є невідповідність між значним зарубіжним досвідом інтеграції засобів цифрового виробництва в технологічну освіту і підготовку вчителів та недостатнім використанням цього досвіду у вітчизняній системі підготовки майбутніх учителів технологій. Зарубіжна педагогічна наука і практика накопичили значний досвід підготовки вчителів до роботи в інноваційних навчально-виробничих просторах, лабораторіях цифрового виробництва та STEM-середовищах [5; 6; 7]. Досліджено підходи до інтеграції ЗЦВ у педагогічну освіту, визначено чинники готовності вчителів і педагогічні умови ефективної підготовки [8; 9; 10]. Зарубіжний досвід є неоднорідним: одні дослідники акцентують на створенні спеціалізованих навчальних середовищ, інші – на змістовому наповненні підготовки, співвідношенні технологічної та методичної складових, а також на особистісних і мотиваційних чинниках готовності педагога до використання ЗЦВ [5; 7; 9]. Саме ця багатовимірність робить зарубіжний досвід особливо цінним для вітчизняної науки. Проте його критичне осмислення та адаптація до українського освітнього контексту поки що не стали системною складовою підготовки майбутніх учителів технологій. Це зумовлює необхідність спеціального дослідження теоретичних і методичних засад використання продуктивних зарубіжних напрацювань у вітчизняній системі професійної підготовки вчителів технологій.

Узагальнюючи викладене, варто зазначити, що виявлені суперечності не існують відокремлено одна від одної, а утворюють цілісне проблемне поле підготовки майбутніх учителів технологій до використання засобів цифрового виробництва. Недостатнє відображення ЗЦВ у змісті професійної підготовки в закладах вищої освіти закономірно зумовлює обмежений рівень практичного й методичного опанування цих технологій майбутніми педагогами. Так само, недостатня підготовленість учителя унеможливує повноцінну реалізацію тих вимог, які закладені в Державному стандарті базової середньої освіти щодо використання сучасних технологій і техніки в шкільному предметі «Технології». За таких умов розрив між нормативно визначеними орієнтирами технологічної освіти, реальним станом професійної підготовки вчителя та темпами розвитку сучасного цифрового виробництва не лише зберігається, а й відтворюється. Саме тому окреслені суперечності доцільно розглядати не як сукупність окремих труднощів, а як прояв системної невідповідності між розвитком сучасної технологічної освіти, потребами шкільної практики та наявними можливостями підготовки майбутнього вчителя технологій.

Перспективи подальшого дослідження вбачаємо в обґрунтуванні та розробленні кількох взаємопов'язаних напрямів. Насамперед потребує теоретичного обґрунтування сама проблема підготовки майбутніх учителів технологій до використання ЗЦВ: уточнення сутності й класифікації засобів цифрового виробництва як об'єкта педагогічного дослідження, аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду їх використання в технологічній освіті, визначення методологічних підходів до такої підготовки. Важливим напрямом є також уточнення змісту цифрово-технологічної компетентності вчителя технологій, її структури та компонентного складу. Окремого наукового опрацювання потребують побудова концептуальної моделі підготовки майбутніх учителів технологій до використання ЗЦВ, визначення педагогічних умов її ефективної реалізації, а також розроблення дидактичної системи, що охоплює зміст навчання, форми, методи, засоби, навчально-методичне забезпечення та способи діагностики результатів. Завершальним етапом такого дослідження має стати експериментальна перевірка ефективності розроблених підходів. Не менш важливим є і напрям, пов'язаний із підвищенням кваліфікації учителів технологій, більшість із яких здобували професійну освіту ще до активного входження засобів цифрового виробництва в простір технологічної освіти.

Висновки. Проведений теоретичний аналіз засвідчив, що підготовка майбутніх учителів технологій до використання засобів цифрового виробництва є актуальною й недостатньо розробленою педагогічною проблемою, яка набуває особливої ваги в умовах оновлення змісту шкільної технологічної освіти відповідно до вимог Державного стандарту базової середньої освіти.

Здійснений аналіз дає підстави стверджувати, що система підготовки майбутніх учителів технологій у

вітчизняних закладах вищої освіти поки що лише частково враховує реалії сучасного цифрового виробництва. Змістове і методичне представлення проблематики ЗЦВ в освітніх програмах залишається обмеженим, а недостатній рівень матеріально-технічного та методичного забезпечення ускладнює формування цифрово-технологічної компетентності майбутнього вчителя технологій.

Аналіз джерел засвідчив, що виявлені труднощі мають не лише вітчизняний, а й ширший міжнародний вимір. Разом із тим зарубіжна педагогічна наука і практика вже напрацювали значний досвід інтеграції засобів цифрового виробництва в технологічну освіту і підготовку вчителів, що може бути важливим орієнтиром для розвитку відповідних підходів в українському освітньому контексті.

У ході дослідження виявлено ключові суперечності. Перша з них полягає в невідповідності між потребою відображення засобів цифрового виробництва в змісті шкільного предмета «Технології» та недостатньою готовністю майбутніх учителів до їх використання. Друга суперечність виявляється між вимогами Державного стандарту базової середньої освіти та рівнем змістового і методичного забезпечення професійної підготовки в закладах вищої освіти. Третя суперечність пов'язана з розбіжністю між напрацьованим зарубіжним досвідом інтеграції ЗЦВ у технологічну освіту та недостатнім використанням його потенціалу у вітчизняній системі підготовки вчителів технологій. Саме ці суперечності визначають потребу в науковому обґрунтуванні цілісної системи підготовки майбутніх учителів технологій до використання засобів цифрового виробництва, зокрема у визначенні педагогічних умов її ефективної реалізації.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробленням концептуальної моделі, дидактичної системи та педагогічних умов підготовки майбутніх учителів технологій до використання засобів цифрового виробництва, а також з експериментальною перевіркою їх ефективності.

Список використаної літератури

1. Державний стандарт базової середньої освіти : затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-п> (дата звернення: 15.03.2026).
2. Марченко С. С. Використання лазерного гравіювального верстата з ЧПУ на заняттях з технологій. *Наукові інновації та передові технології. Серія: Управління та адміністрування. Серія: Право. Серія: Економіка. Серія: Психологія. Серія: Педагогіка.* 2025. № 1(41). С. 927–936. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2025-1\(41\)](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2025-1(41)).
3. Барановська І. Г., Барановський Д. М. Впровадження технологій 3D-моделювання в освітній процес підготовки здобувачів технічних та мистецьких спеціальностей. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету.* 2024. № 17. С. 1–17. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2024.171>.
4. Пригодій М. А. Методичні засади застосування цифрових технологій у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників. *Вісник НАПН України.* 2024. Т. 6. № 1. DOI: <https://doi.org/10.37472/v.naes.2024.6104>.
5. Tejera M., Galić S., Lavicza Z. 3D Modelling and Printing in Teacher Education: A Systematic Literature Review. *Journal for STEM Education Research.* 2025. Vol. 9. P. 1–32. DOI: <https://doi.org/10.1007/s41979-025-00147-2>.
6. Ulbrich E., Da Cruz M., Anđić B., Tejera M., Dana-Picard N., Lavicza Z. Cross-cultural examination of 3D modelling and 3D printing in STEAM education: comparing results from teachers in Montenegro and Austria. *London Review of Education.* 2024. Vol. 22. No. 1. DOI: <https://doi.org/10.14324/LRE.22.1.12>.
7. Anđić B., Šorgo A., Helm C., Weinhandl R., Lang V. Exploring factors affecting elementary school teachers' adoption of 3D printers in teaching. *TechTrends.* 2023. Vol. 67. No. 6. P. 990–1006. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11528-023-00909-y>.
8. Bulut S., Özkaya A., Arık Karamık G., Şahin G. Examining the materials and processes developed by preservice teachers with 3D printers and CNC machines. *STEM Education.* 2025. Vol. 5. No. 4. P. 688–713. DOI: <https://doi.org/10.3934/steme.2025032>.
9. Max A.-L., Lukas S., Weitzel H. The pedagogical makerspace: Learning opportunity and challenge for prospective teachers' growth of ТРАСК. *British Journal of Educational Technology.* 2024. DOI: <https://doi.org/10.1111/bjet.13324>.
10. Fokides E. The utilization of 3D printers by elementary-aged learners: a scoping review. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice.* 2024. Vol. 23. URL: <http://www.jite.org/documents/Vol23/JITE-IPV23Art006Fokides10213.pdf> (дата звернення: 16.03.2026).

CURRENT STATE, CONTRADICTIONS, AND PROSPECTS OF TRAINING FUTURE TECHNOLOGY TEACHERS TO USE DIGITAL MANUFACTURING TOOLS

Marchenko Stanislav

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technological and Professional Education

Oleksandr Dovzhenko Hlukhiv National Pedagogical University

Introduction. *The article addresses a pedagogical problem arising from the mismatch between the objective need to incorporate digital manufacturing tools into the content of the school subject «Technologies» and the insufficient preparedness of future technology teachers to use these tools in the educational process. It is shown that the implementation of the requirements of the State Standard of Basic Secondary Education regarding the use of modern technologies and equipment is complicated by the fact that, within the national system of professional training, the issue of digital manufacturing has not yet received adequate content, methodological, or material and technical support. As a result, the training of future technology teachers in this area remains fragmented and requires the development of a scientifically grounded holistic system.*

Purpose. To determine the current state of training future technology teachers to use digital manufacturing tools, to identify the key contradictions in this area, and to outline the prospects for its further scientific development.

Methods. The article employs theoretical research methods, in particular the analysis of regulatory documents and scholarly sources, the comparison of domestic and foreign experience, and the generalization of scholarly findings concerning the current state, contradictions, and prospects of training future technology teachers to use digital manufacturing tools.

Results. It has been established that the current state of training future technology teachers to use digital manufacturing tools is characterized by fragmentation, insufficient systemic coherence, and inconsistency with the actual needs of school practice. It has been found that educational programmes are still dominated by traditional approaches, whereas such topics as 3D modelling, additive manufacturing, laser processing, and CNC milling are represented only to a limited extent. It is substantiated that the readiness of a future technology teacher to use digital manufacturing tools is complex in nature and comprises motivational, cognitive, operational, and methodological components. The main contradictions have been identified between the need to incorporate digital manufacturing tools into the content of the school subject «Technologies» and the insufficient preparedness of future teachers to use them, between the requirements of the state standard and the actual state of professional training, as well as between well-developed foreign experience and the insufficient use of its potential in the national educational context.

Originality. The scientific novelty of the study lies in the holistic delineation of the problem of training future technology teachers to use digital manufacturing tools as an object of pedagogical analysis. The article systematizes the current state of such training, identifies and substantiates its main contradictions, and specifies the content of the digital-technological competence of a technology teacher as an integrative professional characteristic.

Conclusions. It is concluded that training future technology teachers to use digital manufacturing tools is a relevant yet insufficiently developed pedagogical problem. Addressing this issue requires not a local revision of individual disciplines, but a systemic reconsideration of the logic of professional training for future technology teachers. Appropriate directions for addressing this problem include strengthening the representation of digital manufacturing issues in educational programmes, establishing specialized digital manufacturing laboratories or workshops, developing instructional and methodological support, substantiating the pedagogical conditions for effective student training, and applying valuable ideas derived from foreign experience in the Ukrainian educational context.

Keywords: future technology teachers; digital manufacturing tools; digital-technological competence; professional training; school technological education.

References

1. Derzhavnyi standart bazovoi serednoi osvity [State Standard of Basic Secondary Education]. (2020). zakon.rada.gov.ua. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-п> [in Ukrainian].
2. Marchenko, S. S. (2025). Vykorystannia lazernoho hraviuvalnogo verstata z ChPU na zaniattiakh z tekhnolohii [The use of a laser engraving CNC machine in technology classes]. *Naukovi innovatsii ta peredovi tekhnolohii – Scientific Innovations and Advanced Technologies*, 1(41), 927–936. [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2025-1\(41\)](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2025-1(41)) [in Ukrainian].
3. Baranovska, I. H., & Baranovskyi, D. M. (2024). Vprovadzhennia tekhnolohii 3D-modeliuvannia v osvittii protses pidgotovky здобувачів технічних та мистецьких спеціальностей [Implementation of 3D modelling technologies in the educational process of training students of technical and art specialities]. *Vidkryte osvittie e-seredovyshe suchasnoho universytetu – Open Educational E-Environment of Modern University*, 17, 1–17. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2024.171> [in Ukrainian].
4. Pryhodii, M. A. (2024). Metodychni zasady zastosuvannia tsyfrovoykh tekhnolohii u pidgotovtsi maibutnykh kvalifikovanykh robotnykiv [Methodological principles of digital technology application in training future skilled workers]. *Visnyk NAPN Ukrainy – Bulletin of the NAES of Ukraine*, 6(1). <https://doi.org/10.37472/v.naes.2024.6104> [in Ukrainian].
5. Tejera, M., Galić, S., & Lavicza, Z. (2025). 3D modelling and printing in teacher education: A systematic literature review. *Journal for STEM Education Research*, 9, 1–32. <https://doi.org/10.1007/s41979-025-00147-2>.
6. Ulbrich, E., Da Cruz, M., Anđić, B., Tejera, M., Dana-Picard, N., & Lavicza, Z. (2024). Cross-cultural examination of 3D modelling and 3D printing in STEAM education: Comparing results from teachers in Montenegro and Austria. *London Review of Education*, 22(1). <https://doi.org/10.14324/LRE.22.1.12>.
7. Anđić, B., Šorgo, A., Helm, C., Weinhandl, R., & Lang, V. (2023). Exploring factors affecting elementary school teachers' adoption of 3D printers in teaching. *TechTrends*, 67(6), 990–1006. <https://doi.org/10.1007/s11528-023-00909-y>.
8. Bulut, S., Özkaya, A., Arık Karamık, G., & Şahin, G. (2025). Examining the materials and processes developed by preservice teachers with 3D printers and CNC machines. *STEM Education*, 5(4), 688–713. <https://doi.org/10.3934/steme.2025032>.
9. Max, A.-L., Lukas, S., & Weitzel, H. (2024). The pedagogical makerspace: Learning opportunity and challenge for prospective teachers' growth of ТРАСК. *British Journal of Educational Technology*. <https://doi.org/10.1111/bjet.13324>.
10. Fokides, E. (2024). The utilization of 3D printers by elementary-aged learners: A scoping review. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 23. Retrieved from <http://www.jite.org/documents/Vol23/JITE-IIPv23Art006Fokides10213.pdf>.

