



”

Фещук Ю., Симонович Н. Впровадження технології 3-D друку в процес підготовки майбутніх учителів трудового навчання та технологій. *Освіта. Інноватика. Практика*, 2022. Том 10, № 4. С. 42-47. DOI: 10.31110/2616-650X-vol10i4-006

Feshchuk Yu., Symonovych N. Vprovadzhennia tekhnolohii 3-D druku v protses pidgotovky maibutnix uchyteliv trudovoho navchannia ta tekhnolohii [Implementation of 3D printing technology in the process of training future teachers of labor education and technology]. *Osvita. Innovatyka. Praktyka – Education. Innovation. Practice*, 2022. Vol. 10, № 4. S. 42-47. DOI: 10.31110/2616-650X-vol10i4-006

УДК 378.016:681.6:[373.5.011.3-051:331]

DOI: 10.31110/2616-650X-vol10i4-006

Юрій ФЕЩУК

Рівненський державний гуманітарний університет, Україна

<https://orcid.org/0000-0003-4890-0588>

yurii.feshchuk@rshu.edu.ua

Наталія СИМОНОВИЧ

Рівненський державний гуманітарний університет, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-3384-5152>

natalia.symonovych@rshu.edu.ua

ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ 3-D ДРУКУ В ПРОЦЕС ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ТРУДОВОГО НАВЧАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

Анотація. На підставі теоретико-емпіричних досліджень визначено необхідність впровадження технології 3-D друку, яка полягає в пошаровому виготовленні виробів, у процес підготовки майбутніх учителів трудового навчання та технологій. У статті запропоновано ввести в зміст навчальної дисципліни «Комп'ютерна графіка» лабораторну роботу з ознайомлення студентів-бакалаврів спеціальності 014.10 «Середня освіта (Трудове навчання та технології)» із технологією тривимірного друку виробів, які розробляються для навчальних майстерень із обробки конструкційних матеріалів. Наводиться приклад створення комп'ютерної моделі виробу «Кутовий затискач» із наступним друком її на 3D-принтері від українських виробників Epo3d+. Пропонується така послідовність виконання лабораторної роботи: ознайомлення з технологією 3-D друку; підбір практично значущого виробу (пристрою) для навчальних майстерень із обробки конструкційних матеріалів; виконання технічного креслення виробу засобами системи AutoCAD; створення тривимірної моделі виробу в системі AutoCAD; імпортування електронної моделі виробу із формату *.dwg у формат із розширенням *.stl; налаштування друку (масштаб виробу, швидкість друку, температура сопла та робочого столу, коефіцієнт заповнення, висота шару та ширина екструзії та ін.); друк виробу на принтері Epo3d+. Показано можливості практичного застосування виробів, які створені завдяки технології 3-D друку, під час практичних робіт здобувачів вищої освіти на заняттях із дисциплін «Практикум у навчальних майстернях» та «Художня обробка матеріалів». Запропоновано під час склеювання бічних стінок рамок, корпусів, ящиків створювати та регулювати величину зусилля за допомогою струбици, а дотримуватись при цьому перпендикулярності – за допомогою кутового затискача. Перспективи подальшої роботи полягають у розробці методичних рекомендацій для викладачів і студентів щодо використання технологій 3-D друку в процесі підготовки майбутніх учителів трудового навчання та технологій.

Ключові слова: комп'ютерна графіка; модель; 3-D принтер; 3-D друк; трудове навчання та технології.

Yurii FESHCHUK

Rivne State University for the Humanities, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0003-4890-0588>

yurii.feshchuk@rshu.edu.ua

Natalia SYMONOVYCH

Rivne State University for the Humanities, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-3384-5152>

natalia.symonovych@rshu.edu.ua

IMPLEMENTATION OF 3D PRINTING TECHNOLOGY IN THE PROCESS OF TRAINING FUTURE TEACHERS OF LABOR EDUCATION AND TECHNOLOGY

Abstract. Based on theoretical and empirical studies, the need to introduce 3D printing technology, consisting of layer-by-layer manufacturing of products, into training future teachers of labor education and technology has been determined. The article proposes to introduce into the content of the educational discipline «Computer graphics» a laboratory work on familiarizing undergraduate students of the specialty 014.10 «Secondary education (Labor education and technology)» with the technology of three-dimensional printing of products that are developed for educational workshops on the processing of structural materials. An example of creating a computer model of the «Corner clamp» product with its subsequent printing on a 3D printer from Ukrainian manufacturers Epo3d+ is given. The following sequence of laboratory work is proposed: familiarization with 3D printing technology; selection of a practically significant product (device) for educational workshops on the construction materials processing; performance of the technical drawing of the product in the AutoCAD system; creation of a three-dimensional product model in the AutoCAD system; importation of the electronic model of the product from the *.dwg format to format with *.stl extension; print settings (scale of the product, printing speed, the temperature of the nozzle and work table, filling factor, layer height and extrusion width, etc.); product printing on the Epo3d+ printer. Possibilities of the practical application of products created thanks to 3D printing technology during practical work of higher education students in classes on the disciplines «Practicum in educational workshops» and «Artistic materials processing» are shown. Prospects for further work consist of the development of

methodological recommendations for teachers and students regarding the use of 3-D printing technologies in the process of training future teachers of labor education and technology.

Keywords: computer graphics; model; 3D printer; 3D printing; labor education and technology.

Вступ. Важливим завданням сьогодення є впровадження сучасних технологій у процес підготовки здобувачів вищої освіти. У зв'язку з цим, особливої актуальності набуває пошук напрямів удосконалення підготовки бакалаврів за спеціальністю 014.10 «Середня освіта (Трудове навчання та технології)» щодо оволодіння ними сучасними інформаційними технологіями, зокрема технологіями 3-D друку.

Проблема якісної професійної підготовки майбутніх учителів трудового навчання та технологій постійно досліджується у наукових працях фахівців освітньої галузі. Над різними аспектами цієї проблеми займалися такі науковці, як В. Андріяшин, П. Атутов, А. Вихрущ, А. Дьомін, М. Корець, В. Курок, Г. Левченко, В. Мадзігон, В. Сидоренко, В. Стешенко, Г. Терещук, Д. Тхоржевський та ін.

Сучасні підходи в підготовці вчителя трудового навчання та технологій розкриті в працях Р. Горбатюка, П. Дмитренка, О. Коберника, Н. Симонович, В. Сидоренка та ін. Водночас багато аспектів проблеми фахової підготовки вчителів цих предметів на сьогодні залишаються не вивченими, зокрема, це стосується впровадження технології 3-D друку.

Технології 3-D друку є сучасним, інноваційним методом виробництва, надають можливість виробляти складні, високотехнологічні вироби. 3D-принтери, як правило, швидші, доступніші та простіші у використанні, ніж інші технології адитивного виробництва. Ці технології можуть пришвидшити розробку продукту на підприємстві, дають можливість швидко зробити прототип майбутнього продукту, протестувати та внести корективи.

І. Цідило, Я. Замора запропонували у процесі підготовки фахівців технологічної освіти на заняттях дисципліни «Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів» використовувати 3-D принтер. В процесі виконання лабораторної роботи на тему: «Дослідження механічних властивостей неметалевих матеріалів» студенти самостійно готують досліджуваний зразок використовуючи технологію 3-D друку. Науковці вказують на такі умови використання даної технології при вивченні основ матеріалознавства: особиста зацікавленість педагога, відповідний рівень освіченості в цьому питанні і прагнення до самоосвіти; зацікавленість адміністрації навчального закладу в застосуванні технологій, а відповідно у поповненні технічної та програмної бази ЗВО; при використанні готових програмних продуктів повинна бути відповідна мінімальна підготовка використання персонального комп'ютера [5].

Гевко І.В., Потапчук О.І., Луцик І.Б., Ящик О.Б. та Макаренко Л.Л. розробили методiku використання 3d-моделювання та друку у графічній підготовці майбутніх фахівців галузі цифрових технологій. Методика ґрунтується на основі проектної діяльності здобувачів вищої освіти. Автори пропонують використовувати при цьому моделі реальних архітектурних об'єктів, що, на їх думку, мотивує студентів до набуття практичних умінь 3D-моделювання [1].

3D друк знайшов широке застосування в освітньому процесі, зокрема в технологічній освітній галузі. Так, оновлені програми предметів «Трудове навчання» та «Технології» передбачають можливість використання 3D-принтера на уроках цих предметів для прототипування виробів, створення моделей, макетів і реалізації власних проектів учнів. Також на ньому можна надрукувати велику кількість корисних, невеликих за розмірами предметів, таких як: коробочки для дрібниць, пристосування для пайки, кріплення для інструментів тощо [2].

Отже, актуальність проблеми фахової підготовки майбутніх учителів трудового навчання та технологій на основі використання технологій 3D-друку обумовлено стрімким впровадженням цих технологій у різні сфери людської діяльності та їх широкими можливостями, які стають все більше затребуваними в сучасному суспільстві.

Метою статті є висвітлення ролі та місця технології 3-D друку в процес підготовки здобувачів вищої освіти спеціальності 014.10 «Середня освіта (Трудове навчання та технології)».

Основні завдання: охарактеризувати зміст використання технології 3-D друку в процесі лабораторних занять з дисципліни «Комп'ютерна графіка»; навести приклад практичного застосування виробів, які створені завдяки технології 3-D друку.

Методи дослідження. Для досягнення мети дослідження й вирішення поставлених завдань було використано низку методів наукового пошуку, а саме: теоретичні – аналіз навчально-методичної літератури; вивчення наукових публікацій згідно тематики дослідження; систематизація та узагальнення інформації; вивчення нормативної документації щодо організації освітнього процесу в закладах вищої освіти.

Виклад основного матеріалу дослідження. Однією з важливих фахових компетентностей студентів Рівненського державного гуманітарного університету (РДГУ) спеціальності 014.10 «Середня освіта (Трудове навчання та технології)» є здатність використовувати сучасні інформаційні і комунікаційні технології, спеціалізоване програмне забезпечення та інтегрувати їх в освітнє середовище [3].

Для розвитку цієї компетентності та ознайомлення здобувачів вищої освіти з сучасними технологіями і технікою, що реалізують ці технології, кафедрою професійної освіти, трудового навчання та

технологій РДГУ зроблено спробу ввести в дисципліни, що нею викладаються, лабораторні роботи із застосування 3D принтера Eро3d+ (Україна). Основною метою цього нововведення є створення виробів, які розробляють студенти, для навчальних майстерень із обробки конструкційних матеріалів.

Однією з таких дисциплін є «Комп'ютерна графіка». Ця дисципліна відноситься до обов'язкового компоненту освітньо-професійної програми підготовки майбутніх учителів трудового навчання та технологій, розрахована на 120 навчальних годин, що передбачає проведення 14 годин лекцій, 34 годин лабораторних занять та 52 години самостійної роботи студентів. Вивчення дисципліни завершують складанням заліку (V-й семестр).

Передумовами для вивчення дисципліни «Комп'ютерна графіка» є оволодіння здобувачами вищої освіти фаховими компетентностями, що формуються під час вивчення таких дисциплін: «Інформаційно-комунікаційні технології» (I семестр), «Основи техніки та технологій» (I семестр), «Нарисна геометрія і креслення» (I-IV семестри), «Основи проектування та моделювання» (III семестр), «Технологічний практикум» (I-IV семестри) та ін.

З 2021-2022 н.р. у зміст дисципліни «Комп'ютерна графіка» додано лабораторну роботу «Підготовка 3-D моделей та їх друк на принтері». В процесі виконання цієї роботи студенти самостійно готують виріб (пристрій) для навчальних майстерень з обробки конструкційних матеріалів, використовуючи технологію 3-D друку.

Опишемо послідовність виконання такої лабораторної роботи.

Перший етап: ознайомлення з технологією 3-D друку. Здобувачам вищої освіти пропонується вивчити будову 3D принтера Eро3d+ та ознайомитися із технологією пошарового виготовлення виробів (рис. 1).



Рис. 1. Зовнішній вигляд 3D принтера Eро3d+

Цей принтер працює за технологією FDM (Fused deposition modeling – метод пошарового наплавлення або екструзії пластика): модель виготовляється нанесенням тонких шарів розплавленого матеріалу один на одного. Картриджі із пластиком розташовані у середині принтера. Працює Eро3d+ на таких видах пластику: PLA, ABS, CPE, CPE+, PC, Nylon, TPU та ін. Діаметр пластикової нитки 1,75 мм. Габаритний майданчик для друку має розміри 200x200x200 мм, вага принтера – близько 11 кг [7].

Другий етап: підбір виробу (пристрою) для навчальних майстерень з обробки конструкційних матеріалів. Основна вимога до виробу – це його практична значущість.

Конкретизуємо це на прикладі виробу «Кутовий затискач». Під час виготовлення виробів із деревини та інших конструкційних матеріалів студентам часто потрібно склеювати бічні стінки рамок, корпусів, ящиків тощо. Одних і тих же столярних хомутів або хомутів, що тримають елементи зовні, на жаль, не завжди вистачає. Тому вирішено виготовити набір кутових затискачів (в кількості 4 штуки), які призначені для фіксації елементів, склеєних під кутом 90°. В їх конструкції зроблено кутовий зріз під 45° для виходу клею під час затискання, щоб запобігти приклеюванню затискача до деталей, що з'єднуються [6].

Отримання зовнішніх кутів точно під кутом 90° і країв під точним перпендикуляром до граней є складним завданням, яке можливо виконати за допомогою верстату з числовим програмним керуванням або, як у нашому випадку, 3-D принтеру.

Третій етап: виконання технічного креслення виробу в САПР AutoCAD. На рис. 2 показано приклад креслення виробу «Кутовий затискач».

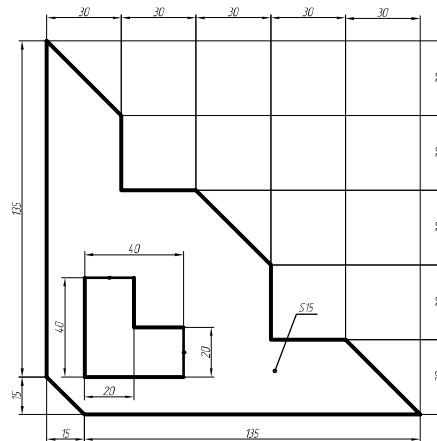


Рис. 2. Кресленник виробу «Кутовий затискач»

Четвертий етап: створення тривимірної моделі виробу в САПР AutoCAD. На цьому етапі виконується розробка макету фізичного об'єкту у тривимірній формі. Електронна 3D модель виробу «Кутовий затискач» показана на рис. 3.

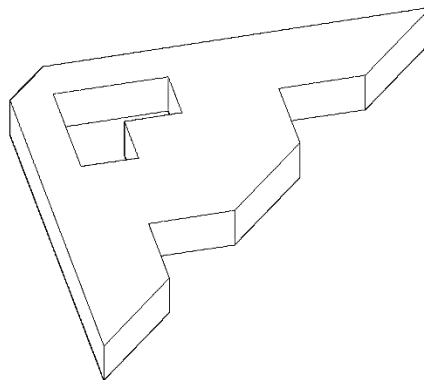


Рис. 3. Електронна 3D модель виробу «Кутовий затискач»

З метою надання методичної допомоги студентам у процесі підготовки до лабораторних занять із комп'ютерної графіки було підготовлено навчальний посібник «Комп'ютерна графіка: AutoCAD» (посібнику надано Гриф МОНУ: Лист №1/11 – 10206 від 20.07.2015 р.). В ньому описано сутність комп'ютерної графіки, команди та функції системи AutoCAD, подано приклади, які ілюструють прийоми роботи з програмою, лабораторні роботи із покроковими сценаріями виконання типових завдань в AutoCAD, алгоритми виконання конкурсних завдань та ін. [4].

П'ятий етап: імпортування електронної моделі виробу у формат із розширенням *.stl. Це зручний формат файлів, який найчастіше використовується для 3D-друку, легко зберігає та передає складні проекти до програмного забезпечення або принтерів. Файли з таким розширенням (Stereolithography File) розпізнає принтер Eро3d+.

Послідовність дій імпортування електронної моделі виробу з формату *.dwg (файли створені в САПР AutoCAD) у формат із розширенням *.stl :

- 1) вибрати: «Меню програми» → «Експорт» → «Інші формати» → «Знайти»;
- 2) у діалоговому вікні «Експорт даних» ввести назву файлу: «Кутовий затискач»;
- 3) у списку «Тип файлу» вибрати «Літографія (*.stl)» та натиснути кнопку «Зберегти»;
- 4) вибрати твердотільний об'єкт або декілька об'єктів (вони повинні розташовуватися всередині октанта МСК з додатними, більшими за нуль значеннями координат X, Y і Z);
- 5) до імені файлу буде автоматично додано розширення *.stl.

Необхідно звернути увагу на те, що внутрішня частина реалістичного виробу буде відрізняться від його комп'ютерної моделі. Прототип має порожнинну форму з конструкцією, що підтримується завдяки перегородкам. Ця різниця автоматично створюється програмою 3-D принтера під час перетворення форматів і пов'язана з тим, що витрата матеріалу буде значно більшою під час друку монолітного об'єкта.

Шостий етап: налаштування та друк виробу на принтері Eро3d+. На цьому етапі задається ряд параметрів для роботи принтера. Зокрема такі: масштаб виробу, швидкість друку, температура сопла та робочого столу, коефіцієнт заповнення, висота шару, ширина екструзії та ін. Впродовж декількох годин було надруковано виріб.

Застосування виробів, які створені завдяки технології 3-D друку, можливе під час практичних робіт здобувачів вищої освіти на заняттях із дисциплін «Практикум у навчальних майстернях» та «Художня обробка матеріалів».

Використання столярного клею є обов'язковим для більшості з'єднань, які застосовуються під час виготовлення різних виробів із деревини. Сохнути з'єднання повинне під зусиллям. Створювати та регулювати величину зусилля можна за допомогою спеціальних пристроїв – струбцин, а дотримуватись перпендикулярності – за допомогою кутового затискача (рис. 4).



Рис. 4. Практичне застосування виробу «Кутовий затискач»

У процесі роботи з 3D-принтером Eро3d + ми відмітили такі позитивні моменти: практично безшумна робота; зі збільшенням швидкості друку не погіршується якість моделі; вентилятор обдування друкуючої головки знаходиться в режимі очікування і включається тільки під час її нагріву; наявна функція напівавтоматичного калібрування, що гарантує якість друку починаючи з першого шару; встановлено сенсор подачі філаменту (якщо з якихось причин нитка обірвалася або закінчилася, то 3D-принтер автоматично зупиняє друк, переходить у режим очікування і сигналізує про відсутність нитки); можливість вибору мови інтерфейсу (англійська / українська / російська); автоматичне вимкнення принтера після завершення друку; встановлено алюмінієвий стіл, що дає можливість розподіляти температуру по всій поверхні рівномірно; час попереднього нагріву столу і екструдера мінімальний.

На закінчення необхідно відзначити, що 3-D друк, як процес втілення своїх електронних задумів, викликає значний інтерес у майбутніх учителів трудового навчання та технологій і, за певних умов, може зайняти гідне місце в навчальному процесі.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Набуті теоретичні знання та практичні навички щодо технології 3-D друку стануть у нагоді студентам-випускникам спеціальності «Середня освіта (Трудове навчання та технології)» під час роботи у закладах загальної середньої освіти, зокрема з метою покращення матеріально-технічної бази спеціалізованих майстерень (кабінетів).

Опанування студентами-бакалаврами технологією 3-D друку дає змогу отримати не тільки певні практичні навички, але й розкрити творчі, інтелектуальні, проектні, технічні, конструкторські здібності, сформувати творчі якості майбутніх фахівців для ефективного вирішення стандартних і нестандартних завдань в професійній діяльності.

Перспективи подальшої роботи полягають у розробці методичних рекомендацій для викладачів і студентів щодо використання технологій 3-D друку в процесі підготовки бакалаврів за спеціальністю 014.10 «Середня освіта (Трудове навчання та технології)».

Список використаних джерел

1. Гевко І., Потапчук О., Луцик І., Ящик О., Макаренко Л. Методика використання 3d-моделювання та друку у графічній підготовці майбутніх фахівців галузі цифрових технологій. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2022. № 1. С. 95-110. URL: <http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/26054>.
2. *Застосування 3D принтерів в навчальних закладах*. URL: <https://dixi.education/using-3d-printers/>.
3. Козяр М.М., Фещук Ю.В. *Комп'ютерна графіка: AutoCAD: навчальний посібник*. Херсон: Гринь Д.С., 2015. 304 с.
4. *Освітньо-професійна програма «Середня освіта (Трудове навчання та технології)» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти*. URL: https://www.rshu.edu.ua/images/osvitni_programi/2022/osv_prog_bak_014_so_tntt_2022.pdf/
5. Цідило І.М., Замора Я.П. Застосування технології 3-D друку на заняттях з основ матеріалознавства. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*, 2018. №24. С. 181-183. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znprk_ped_2018_24_52.
6. Corner Clamps. URL: <https://www.instructables.com/Corner-Clamps/>.
7. Eро3d+: огляд 3D принтера. URL: https://epo3d.com/uk/blog/86_oglyad-3d-printera-epo3d.

References

1. Hevko I., Potapchuk O., Lutsyk I., Yashchuk O., Makarenko L. Metodyka vykorystannia 3d-modeliuvannia ta druku u hrafichnii pidhotovtsi maibutnikh fakhivtsiv haluzi tsyfrovyykh tekhnolohii. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*, 2022. №1. S. 95-110. URL: <http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/26054>.
2. Zastosuvannia 3D prynteriv v navchalnykh zakladakh. URL: <https://dixi.education/using-3d-printers/>.
3. Koziar M.M., Feshchuk Yu.V. Kompiuterna hrafika: AutoCAD: navchalnyi posibnyk. Kherson: Hrin D.S., 2015. 304 s.
4. Osvitno-profesiina prohrama «Profesiina osvita (Sfera obsluhovuvannia (Hotelno-restoranna sprava)) pershoho (bakalavrskoho) rivnia vyshchoi osvity [Professional education (Services (Hotel and restaurant business)) of an undergraduate academic degree (Bachelor)]. URL: https://www.rshu.edu.ua/images/osvitni_programi/2022/osv_prog_bak_015_po_so_hrs_2022.pdf.
5. Tsidylo I.M., Zamora Ya.P. (2018). Zastosuvannia tekhnolohii 3-D druku na zaniattiakh z osnov materialoznavstva. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohiiienka. Seriya pedahohichna*, 2018. №24, S. 181-183. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkp_ped_2018_24_52.
6. Corner Clamps. URL: <https://www.instructables.com/Corner-Clamps/>.
7. Epo3d+: ohliad 3D pryntera. URL: https://epo3d.com/uk/blog/86_oglyad-3d-printera-epo3d.