ДОДАТОК А
Апробація наукових результатів дослідження

https://nure.ua/

The Ministry of Education and Science of Ukraine

Kharkiv National University of Radio Electronics

KITAM

2023

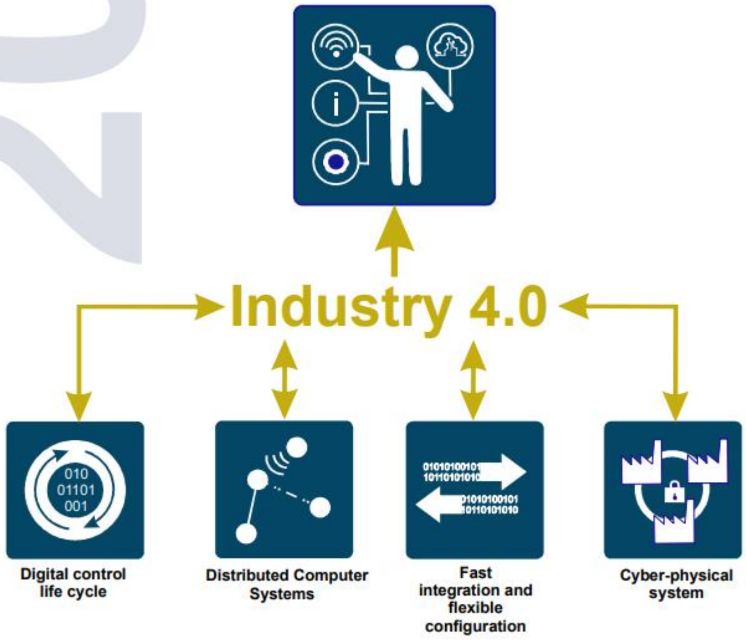
COLLECTION

OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2023

(Part 1)



https://nure.ua/

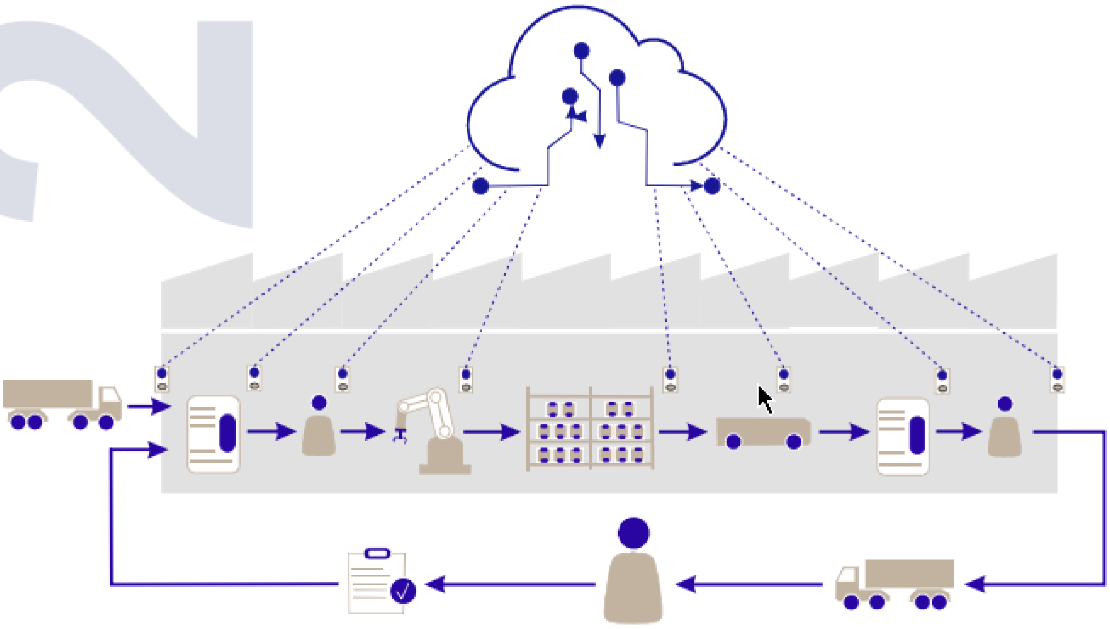
кафедра
Комп'ютерно-інтегрованих
технологій, автоматизації та мехатроніки

ХНУРЕ

2023

ЗБІРНИК

студентських наукових статей
«Автоматизація та приладобудування»
ADED-2023
(Випуск 1)
[електронне видання]



Industry 4.0

Автоматизація та Приладобудування («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2023) [Електронний ресурс] : збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Вип. 1. – 336с.

Collection of Students' Scientific Paper «Automation and Development Of Electronic Devices» ADED-2023 Part 1 (Key infrastructure 2023) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National Universitety of Radio Elektronics [electronic edition], 2023. – 336p with.

Рекомендовано рішенням
Науково-технічної ради
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол №6 від 29.11.2018

Рекомендовано рішенням Вченої ради
факультету Автоматики і комп'ютеризованих технологій
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол № 6 від 01.05.2023

Збірник містить наукові статті здобувачів першого (бакалаврського), другого (магістерського) рівнів вищої освіти кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки (КІТАМ) Харківського національного університету радіоелектроніки, кафедри Інформаційних технологій електронних засобів (ІТЕД) Запорізького національного технічного університету та кафедри Електронних апаратів (ЕА) Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського які навчаються за спеціальностями: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 172 Телекомунікації та радіотехніка, 171 Електроніка та 163 Біомедична інженерія. Статті надані в авторській редакції.

ЗМІСТ

УДК 373.51

ОСОБЛИВОСТІ 3D-ДРУКУ ДЛЯ ПРИНТЕРІВ FDM/FFF

А.С. Кальченко
Харківський національний університет радіоелектроніки
Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14
E-mail: anton.kalchenko@nure.ua

Анотація: Поява технології 3D-друку зробила революцію в обробній промисловості, пропонуючи інноваційні рішення в різних галузях. Полярна кінематика є однією з новітніх і перспективних технологій 3D-друку. Ця стаття має на меті обговорити переваги та недоліки 3D-принтерів з полярною кінематикою, дослідити технологію, що лежить в її основі, її застосування.

Ключові слова: 3D-друк, полярна кінематика, переваги, недоліки.

FEATURES OF 3D PRINTING FOR FDM/FFF PRINTERS

A. Kalchenko
Kharkiv National University of Radio Electronics
Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14
E-mail: anton.kalchenko@nure.ua

Annotation: The emergence of 3D printing technology has revolutionized the manufacturing industry, offering innovative solutions in various fields. Polar kinematics is one of the latest and promising techniques used in 3D printing. This article aims to discuss the advantages and disadvantages of 3D printers with polar kinematics, exploring the technology behind it, its applications.

Key words: 3D printing, polar kinematics, advantages, disadvantages.

Технологія 3D-друку зробила революцію у виробництві об'єктів, дозволивши нам створювати складні форми та структури з відносною легкістю. Одним із типів 3D-принтерів, який набув популярності в останні роки, є 3D-принтери з полярною кінематикою.

Моделювання плавленим осадженням (FDM), також відоме як виготовлення з плавлених ниток (FFF), є найпоширенішим типом 3D-друку на побутовому рівні. FDM 3D-принтери працюють шляхом екструзії термопластичних ниток, таких як ABS (акрилонітрил-бутадієн-стирол), PLA (полімолочна кислота), через нагріту насадку, розплавляючи матеріал і наносячи пластик шар за шаром на робочу платформу. Кожен шар накладається по черзі, поки деталь не буде готова.[1-2]

FDM 3D-принтери добре підходять для створення базових моделей для підтвердження концепції, а також для швидкого і недорогого створення прототипів простих деталей, наприклад, деталей, які зазвичай піддаються механічній обробці. Однак FDM має найнижчу роздільну здатність і точність порівняно з SLA або SLS і не є найкращим варіантом для друку складних конструкцій або деталей зі складними функціями. Більш якісну обробку можна отримати за допомогою хімічних і механічних процесів полірування. Промислові FDM 3D-принтери використовують розчинні опори, щоб пом'якшити деякі з цих проблем, і пропонують ширший асортимент інженерних термопластів, але вони також мають високу ціну. Моделювання методом плавкого осадження є ідеальним рішенням: базових моделей для підтвердження концепції, простого прототипування.

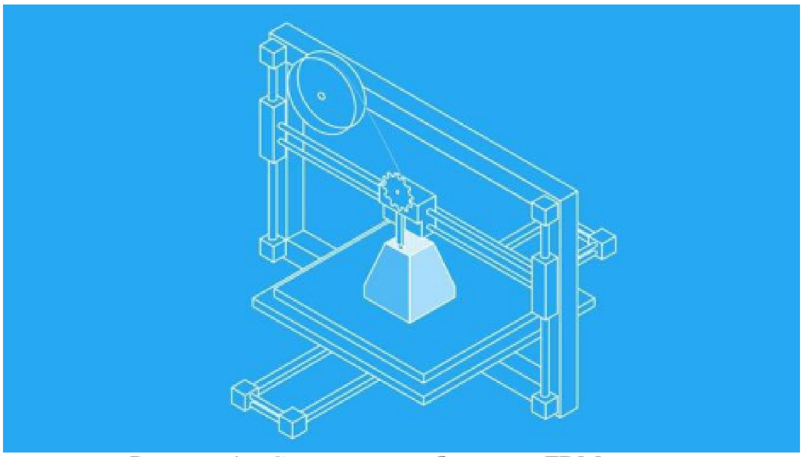


Рисунок 1 – Схематичне зображення FDM друку

На відміну від декартової, цей тип принтерів використовує полярну систему координат, тобто будує точки на круговій сітці, а не на прямокутній: у двовимірному просторі полярні принтери використовують кут і відстань, а не відстані по осях X і Y, щоб визначити місце розташування точок відносно початку координат. Цей тип принтерів екструдує нитку, як і інші FDM-принтери, але друкуюча головка зазвичай з'єднується з вигнутим важелем, який може повертатися назовні.

Полярні принтери використовують круглу робочу пластину, що обертається. За допомогою цього руху машина друкує потрібний об'єкт шар за шаром, коли встановлений кронштейн друкуючої головки рухається вгору вздовж осі Z.

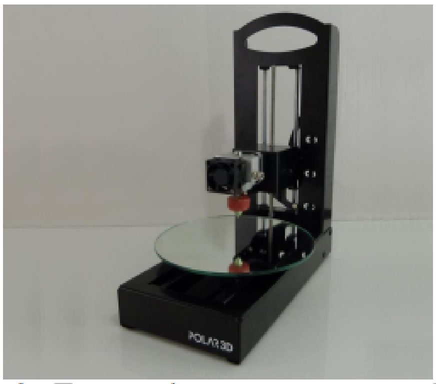


Рисунок 2 – Приклад кінематичного принтера Polar3D

Основні етапи 3D-друку можна описати декількома кроками:

Крок 1 - Моделювання

Перш ніж створити об'єкт за допомогою 3D-принтера, повинна бути спроектована модель за допомогою комп'ютерного програмного забезпечення. Моделювання - це перший крок 3D-друку. Зазвичай розробляють моделі об'єктів за допомогою спеціального типу комп'ютерного програмного забезпечення, відомого як пакет автоматизованого проектування (CAD). Після завершення модель об'єкта зберігається у форматі стереолітографії (STL) або файлі адитивного виробництва (AMF).

Рисунок 3 – Процес моделювання

Крок 2 - Друк

Другий етап 3D-друку передбачає друк, або створення, об'єкта. Якщо у файлі немає помилок, компанія-виробник може завантажити його на 3D-принтер. 3D-принтер використовує інструкції у відповідному файлі, щоб визначити, де і як розміщувати матеріал. Більшість 3D-принтерів створюють об'єкти, накладаючи шари матеріалу на робочу поверхню. Спочатку 3D-принтер створить нижній шар, а потім наступний за висотою шар. 3D-принтери можуть використовувати різні матеріали для створення об'єктів, але найпоширенішим матеріалом для цього процесу є термопластик.

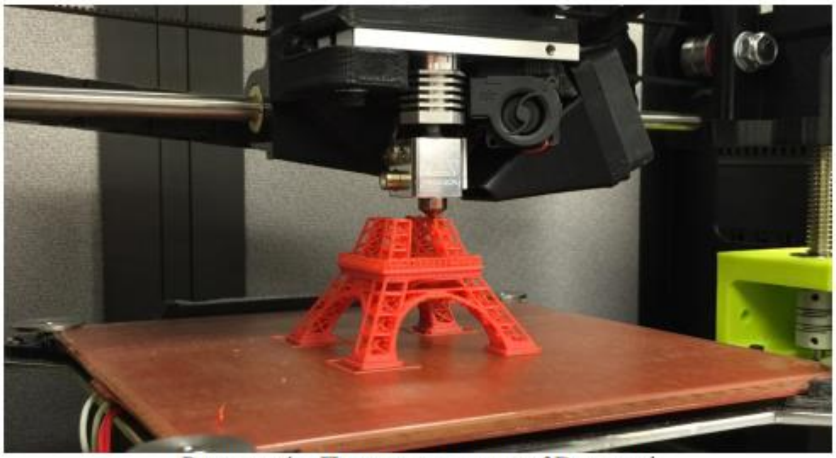


Рисунок 4 – Приклад створення 3D-моделі

Крок 3 - Фінішна обробка

Третій і завершальний етап 3D-друку - фінішна обробка. Як випливає з назви, фінішна обробка передбачає нанесення останніх штрихів на надрукований об'єкт. Наприклад, до надрукованого об'єкта можуть бути додані розчинники, щоб усунути будь-які поверхневі дефекти, а також створити більш гладку поверхню. Крім того, якщо під час друку використовувалися підставки для утримання об'єкта, їх потрібно прибрати під час третього, заключного етапу.[3]

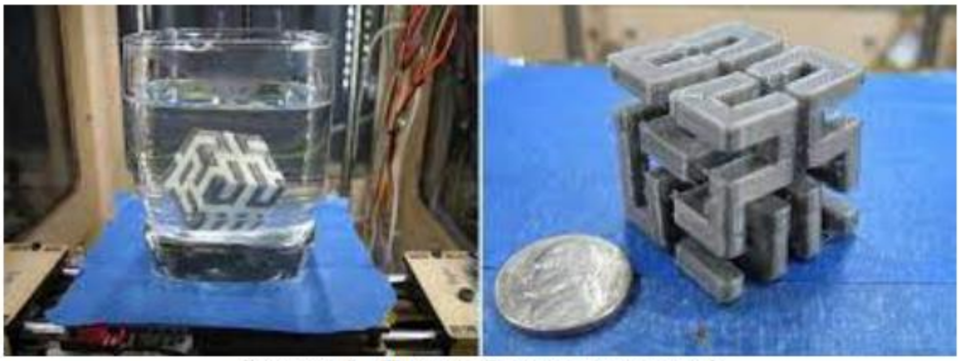


Рисунок 5 – Процес оброки готової моделі

Полярні кінематичні принтери використовуються для широкого спектру завдань у різних галузях промисловості. Ось деякі з найпоширеніших застосувань полярних кінематичних принтерів:

- Швидке прототипування: Одне з основних застосувань 3D-принтерів з полярною кінематикою - швидке створення прототипів. Інженери та дизайнери можуть швидко створювати прототипи своїх розробок і тестувати їх, перш ніж переходити до повномасштабного виробництва. Швидкість і точність принтерів з полярною кінематикою роблять їх ідеальними для цієї мети.
- Дрібносерійне виробництво: Полярні кінематичні принтери також використовуються для дрібносерійного виробництва індивідуальних деталей і компонентів. Це особливо корисно в таких галузях, як аерокосмічна, автомобільна та медична, де деталі потрібно налаштовувати відповідно до конкретних застосувань.
- Освіта та дослідження: Полярні кінематичні принтери також використовуються в освіті та дослідженнях, де їх можна застосовувати для навчання студентів технології 3D-друку та проведення досліджень у таких галузях, як матеріалознавство, інженерія та дизайн.
- Мистецтво та дизайн: Полярні кінематичні принтери також можна використовувати в художніх і творчих цілях, наприклад, для створення скульптур, ювелірних прикрас та інших декоративних об'єктів.
- Споживчі товари: Зі зростанням популярності 3D-друку полярні кінематичні принтери використовують для створення споживчих товарів, таких як чохли для телефонів, іграшки та предмети побуту.

Загалом, полярні кінематичні принтери пропонують універсальний та ефективний спосіб швидкого і точного створення складних об'єктів, що робить їх цінним інструментом у різних галузях промисловості та сферах застосування.

Переваги 3D-принтерів з полярною кінематикою:

- Вища швидкість друку: Однією з головних переваг 3D-принтерів полярної кінематики є те, що вони працюють швидше, ніж традиційні декартові 3D-принтери. Це пов'язано з тим, що полярна система може переміщати друкуючу головку більш прямолінійно і ефективно, скорочуючи час, необхідний для друку моделі.
- Зменшення вібрацій: Ще однією перевагою 3D-принтерів з полярною кінематикою є те, що вони, як правило, створюють менше вібрацій під час друку. Це пов'язано з тим, що рух друкуючої головки є більш плавним і контрольованим, що зменшує ризик помилок або невідповідностей у кінцевому відбитку.
- Більший діапазон руху: 3D-принтери з полярною кінематикою мають більший діапазон руху, ніж традиційні декартові принтери. Це означає, що вони можуть друкувати об'єкти складніших форм і кривих, що робить їх ідеальними для створення складних конструкцій і детальних моделей.

Недоліки 3D-принтерів з полярною кінематикою:

- Висока вартість: Одним з основних недоліків 3D-принтерів полярної кінематики є те, що вони дорожчі за традиційні декартові 3D-принтери. Це пов'язано з тим, що вони вимагають більш досконалих технологій і компонентів, що збільшує загальну вартість принтера.
- Складніший дизайн: 3D-принтери полярної кінематики мають складнішу конструкцію, ніж традиційні декартові принтери. Це може ускладнити їхнє збирання та експлуатацію, що вимагає вищого рівня технічних навичок і знань.
- Обмежена доступність: 3D-принтери з полярною кінематикою все ще відносно нові на ринку, а це означає, що вони не так широко доступні, як традиційні декартові принтери. Це може ускладнити пошук потрібного принтера для ваших потреб, а також ускладнити пошук запасних частин. [4,5]

Отже, 3D-принтери з полярною кінематикою мають низку переваг над традиційними декартовими 3D-принтерами, зокрема вищу швидкість друку, меншу вібрацію та більший діапазон руху. Однак вони також мають деякі недоліки, такі як вища вартість, складніша конструкція та обмежена доступність. Зрештою, рішення про використання 3D-принтера полярної кінематики залежатиме від ваших конкретних потреб і бюджету, а також від вашого рівня технічних знань і досвіду.

ЛІТЕРАТУРА

1. The Types of FDM 3D Printers: Cartesian, CoreXY, & More [Електронний ресурс] – Режим доступу. – URL: https://all3dp.com/2/cartesian-3d-printer-delta-scara-belt-corexy-polar/
2. What is 3D printing& [Електронний ресурс] – Режим доступу. – URL: https://formlabs.com/3d-printers/
3. Attar, H., & et al.. (2022). Control System Development and Implementation of a CNC Laser Engraver for Environmental Use with Remote Imaging. Computational Intelligence and Neuroscience, 2022, Article ID 9140156, https://doi.org/10.1155/2022/9140156.
4. Nevliudov, I., Razumov-Fryziuk, I., Yevsieiev, V., Nikitin, D., Blyzniuk, D., & Strelets, R. (2022). Cost estimation of photopolymer resin for 3D exposure of circuit boards. *Technology Audit and Production Reserves*, *2*(2(64), 43–49. https://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.256538
5. Моделі та методи кіберфізичних виробничих систем в концепції Industry 4.0 : монографія / І. Ш. Невлюдов, В. В. Євсєєв, А. О. Андрусевич, С. С. Максимова ; – Oktan Print – Prague. 2023. – 321 с.

Науковий керівник: *Разумов-Фризюк Євгеній Анатолійович, доцент кафедри КІТАМ, Харківський національний університет радіоелектроніки*

ДОДАТОК Б
Демонстраційний матеріал у вигляді презентації

№ доку– мента	Позначення	Найменування	Додаткові відомості
		Текстові документи	
1	ГЮІК.416616.09ПЗ	Пояснювальна записка	А4, 105 с.
		Додаткові матеріали	
2		Демонстраційний матеріал у	А4, 21 с.
		вигляді презентації	

Змін.	Арк.	Номер докум.	Підпис	Дата	ГЮІК. 416616.09 ВД			
Розроб.		Кальченко А.С.			Розроблення полярного 3D принтера з можливістю друку деталі без технологічних підтримок для роботизованого виробництва	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Разумов–Фризюк Є.А				Н	1	1
						Кафедра КІТАМ ХНУРЕ		
Н.контр.		Стародубцев М.Г.						
Затв.		Невлюдов І.Ш.						