



The Ministry of
Education and Science
of Ukraine

<https://nure.ua/>

Kharkiv National
University of
Radio Electronics

KITAM

3
2
0
2

COLLECTION

OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2023

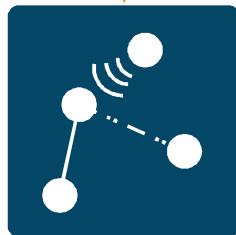
(Part 1)



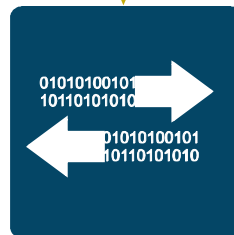
Industry 4.0



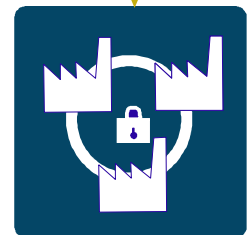
Digital control
life cycle



Distributed Computer
Systems



Fast
integration and
flexible
configuration

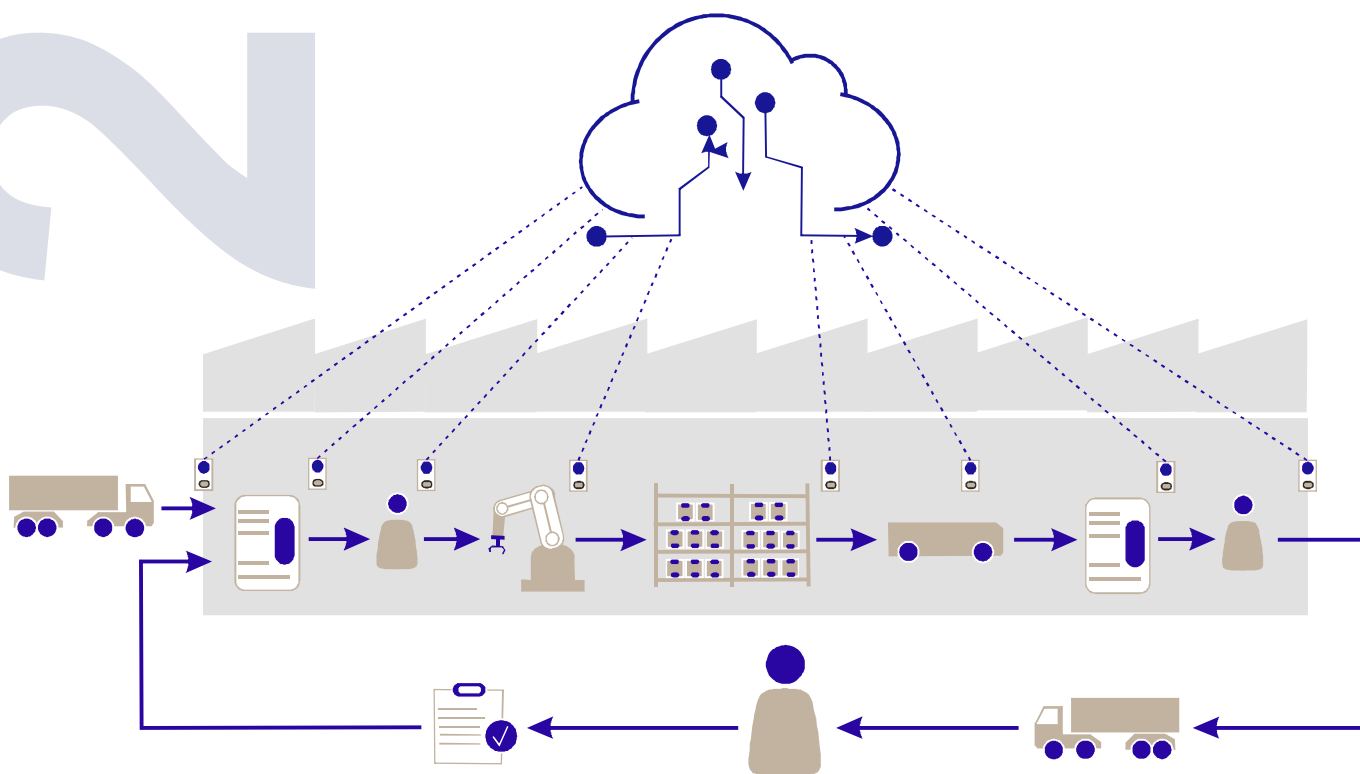


Cyber-physical
system

3
2
0
2

ЗБІРНИК

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



→ Industry 4.0

- Головий редактор** **Невлюдов Ігор Шакирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Редакційна колегія:** **Филипенко Олександр Іванович**, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики та комп'ютеризованих технологій, Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Цимбал Олександр Михайлович**, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Андрусевич Анатолій Олександрович**, доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу національного авіаційного університету
- Косенко Віктор Васильович**, доктор технічних наук, професор, зам. директора Державного підприємство «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості».
- Замірець Микола Васильович**, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування.
- Свищ Володимир Митрофанович**, доктор технічних наук, професор, радник директора Державне науково-виробниче підприємство «Об'єднання Комунар».
- Фомовська Олена Владиславівна**, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.
- Кухаренко Дмитро Володимирович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського
- Демська Наталія Павлівна**, кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Фурманова Наталія Іванівна**, кандидат технічних наук, доцент, в.о. декана факультета Радіоелектроніки і телекомунікацій, Національного університету «Запорізька політехніка».
- Відповідальний редактор:** **Євсєєв Владислав В'ячеславович**, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

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 University of Radio Elektronik [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.

©ХНУРЕ, 2023 рік

ЗМІСТ

<i>Бацуля Р. В.</i> Аналіз сучасних розробок у сфері робототехніки	9
<i>Дяченко Е.С.</i> Аналіз сучасних розробок в області розумного будинку	15
<i>Кап'юнкін В.Г.</i> Розроблення системи голосового керування сайтом для людей з обмеженими можливостями	19
<i>Карташова В.В.</i> Аналіз сучасних роботизованих та експертних систем	24
<i>Кащев В. А., Артюх В. С.</i> Аналіз створення інтерфейсів користувача програмного забезпечення автоматизованих систем	31
<i>Кравченко С. В.</i> Аналіз автоматизованих систем керування технологічними процесами сучасного підприємства	36
<i>Наумов М. С.</i> Автоматизація приладобудівних приміщень	42
<i>Остапенко І.В.</i> Комп'ютерне зорове сприйняття	47
<i>Перебийніс Д. А.</i> Аналіз сучасного стану розробок в області автоматизації	52
<i>Рудакова Г. В.</i> Аналіз сучасних розробок в області комп'ютерного зору	57
<i>Дмитрієв Д.В.</i> Розробка макету пристрою дистанційного керування антропоморфним хватним пристроєм	61
<i>Андреев А.С.</i> Перспективи використання PHP та MYSQL в проектах	66
<i>Вінниченко С.О.</i> Огляд можливих ризиків кібератаки для віртуального підприємства та способів їх запобігання	70
<i>Гребенков Д. В.</i> Огляд сучасних безпілотних літальних апаратів	74
<i>Кирпота Ф., Халімонов Я.</i> Особливості QR-кодів та проблеми Fishing	78
<i>Макушев І.А.</i> Огляд сучасних роботів-маніпуляторів	82
<i>Олінкевич Я.В.</i> PHP & HTML: файли cookie, сесії, автентифікація	86
<i>Поліканов К. А.</i> Безпека QR-кодів та Phishing атаки	91
<i>Коноваленко К.</i> Розробка структурної схеми мобільної маніпуляційної платформи для розмінування ...	95
<i>Реука Є.</i> Розробка структурної схеми PID контролера для керування позиціонування сонячної панелі для автономних мобільних роботів	100

<i>Александров В.О.</i>	
Перспективи розвитку повітряної робототехніки в Україні	105
<i>Савін В.А.</i>	
Аналіз сучасних методів виявлення вибухонебезпечних об'єктів	110
<i>Залож Є.</i>	
Управління збутом продукції виробничого підприємства на основі динамічних QR-кодів	115
<i>Воронов Д.О.</i>	
Розробка програмних модулів на основі датчика LIDAR для системи управління БПЛА	119
<i>Коротун Є.В.</i>	
Факторний аналіз фотополімерних смол для 3D-друку	124
<i>Світайло Д. М.</i>	
Аналіз причин кібератак та інформаційної безпеки	128
<i>Долгуля А.В.</i>	
Дослідження переміщення чотирилапого зооморфного робота «Робокіт» у невизначеному просторі	132
<i>Кривий М.В.</i>	
Робототехнічні системи та їхнє використання	138
<i>Нієнова Д. V.</i>	
Programmable Providing of Data on Functional Dependencies of Material Characteristics ...	143
<i>Білоус М.Ю., Іщенко М.Д.</i>	
Автоматизація розподілу сервісних робіт на підприємстві	147
<i>Кравченко С. В.</i>	
Аналіз сучасного фреймворка ASP.NET CORE для WEB-додатків	151
<i>Башкір Б.В.</i>	
Переваги та недоліки термопластавтоматів	156
<i>Зибенко О. О.</i>	
Впровадження електроерозійних варстатів з ЧПК в розумне виробництво	160
<i>Кальченко А.С.</i>	
Особливості 3D-ДРУКУ для принтерів FDM/FFF	165
<i>Маковоз С. К.</i>	
Комп'ютерне моделювання механічної частини плазмового ЧПУ верстата	170
<i>Піхтерьов А.Д.</i>	
Переваги та недоліки 3D-принтерів з полярною кінематикою	174
<i>Придятько Д.Р.</i>	
Огляд можливостей систем технічного зору для пошуку вибухонебезпечних предметів	178
<i>Шерстюк А. М.</i>	
Системологічний аналіз проблеми автоматизації виявлення браку продукції приладобудівельного підприємства	183
<i>Лукеча І.</i>	
Математична модель системи позиціонування стимулюючого електрода на біологічно активні точки	189
<i>Обозін Я.В.</i>	
Особливості засобів для ремонту пошкоджених автомобілів	195
<i>Shevchenko A.A.</i>	
Development of Program Tools to Provide Automated Data Plots Visualisation for Scientific Aided Computation Software	199

<i>Шишко А.Т., Кулешов Д.С.</i>	
ІоТ-рішення для автоматизації виробничого приміщення на базі ESP8266 та Веб-сервера	205
<i>Білошапка І.В.</i>	
Розробка методів щодо створення програмних модулів автоматизованого проектування деталей для системи LibreCAD	209
<i>Левченко К.О.</i>	
Кінематика 3D – принтерів	215
<i>Муравка Р.</i>	
Дослідження роботи мобільного робота з використанням різних сенсорів для збору даних про зовнішнє середовище	219
<i>Склярів М. В., Тарасенко К. А.</i>	
Впровадження технологій 3D візуалізації у виробництво та навчання	224
<i>Скрипниченко В.О.</i>	
Вплив автоматичних регуляторів на лінійні об'єкти автоматизації	229
<i>Пустовалов Д.</i>	
Дослідження методу триангуляції та його застосування у робототехніці та повсякденному житті	235
<i>Леонов Ю.С.</i>	
Аналіз систем підігріву та підтримання температури повітря в 3D-принтер	241
<i>Щербина В.</i>	
Розробка віддаленої системи екстреного керування мобільним роботом на базі ESP8266	245
<i>M. Sc. Isabelle Elisabeth Metzen, Nienova D.V.</i>	
Utilizing Engineering and Programming Approaches Implemented in a Multidisciplinary Experiment as an Innovation Platform for Biological Climate Change Research	248
<i>Ахмад Д.Х.</i>	
Сервер для організації обміну даними та керування мобільною платформою	253
<i>Бузніков В.Р.</i>	
Використання технології комп'ютерного зору для виявлення вибухонебезпечних предметів	257
<i>Гребенюк Б.А.</i>	
Розробка підсистеми управління інтелектуальним роботом	263
<i>Карпов М.С.</i>	
Аналіз бездротових сенсорних мереж	270
<i>Поддубняк І. А.</i>	
Розробка мобільної платформи для пошукових робіт	277
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Інтелектуальна автоматизація технологічних процесів	283
<i>Візір Ю.С., Кравченко К.В.</i>	
Система автоматизованого контролю та підтримки оптимального рівня освітленості у приміщеннях	287
<i>Лащин З.В.</i>	
Автоматизація процесу управління ресурсами навчальних лабораторій	291
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Аналіз сучасних інтелектуальних технологій, які застосовуються при виробництві приборів та систем	296

<i>Сокол Б.В.</i>	
Порівняльне моделювання кінематик 3D принтера	300
<i>Бєлий Я.В.</i>	
Особливості управління багатоступневими взаємопов'язаними нелінійними об'єктами	305
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Інтелектуальна автоматизація технологічних процесів	308
<i>Бєлий Я.В.</i>	
Розробка однорівневої системи контролю та управління доступом	313
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Аналіз сучасних інтелектуальних технологій, які застосовуються при виробництві приборів та систем	318
<i>Монзер А.А.</i>	
Автоматичне визначення області сканування в адаптивній бінарізації зображення	322
<i>Савченко П.М.</i>	
Особливості виробничих адаптивних систем автоматичного управління	326
<i>Савченко П.М.</i>	
Розробка системи управління світломузичною установкою на базі arduino Nano	330
<i>Катишев І.А., Катишев В.І.</i>	
Збільшення ефективності вакуумного сонячного колектора	333

КІНЕМАТИКА 3D - ПРИНТЕРІВ

К.О. Левченко

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: kyrylo.levchenko1@nure.ua

Анотація: у роботі на підставі вивчення наукової літератури розглянуто 2 види кінематики 3D – принтерів. Розглянуто їх основні переваги та недоліки. Проведено аналіз роботи кожної з кінематики.

Ключові слова: 3D – принтери, кінематика 3D – принтерів.

3D – PRINTERS KINEMATICS

K. Levchenko

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: kyrylo.levchenko1@nure.ua

Annotation: in the work, based on the study of scientific literature, 2 types of kinematics of 3D printers are considered. Their main advantages and disadvantages are considered. An analysis of the operation of each of the kinematics was carried out.

Key words: 3D – printers, 3D – printers kinematics.

Переважно, більшість 3D – принтерів, які відомі широким масам використовують досить просту «декартову» кінематику. Її суть полягає в переміщенні двигунами кареток вздовж 3 осей (x, y, z). Для прикладу, якщо ми хочемо перемістити каретку в координати (10,10,10), то треба, керуючи відповідними двигунами, перемістити каретку на 10 одиниць по осі x, на 10 одиниць по осі y, на 10 одиниць по осі z.

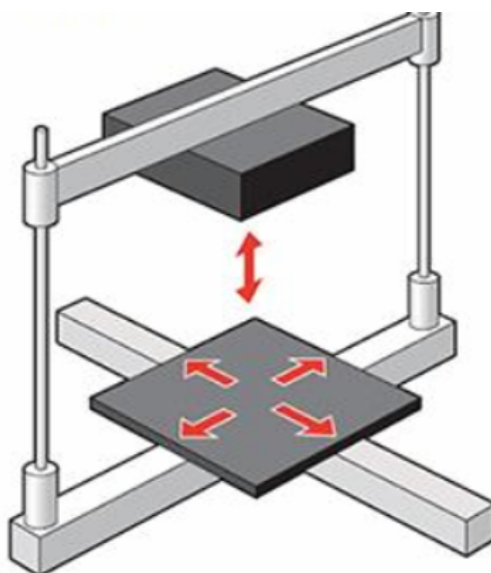


Рисунок 1 – «Декартова» кінематика принтера.

Існує багато видів принтерів які використовують подібну кінематику, а також різних комбінацій руху платформи та екструдера:

- Платформа рухається горизонтально по осям x або y, екструдер – вертикально.
- Платформа рухається вертикально по осі z, екструдер – по осям x, y.
- Платформа не рухається, екструдер – по всім осям.

- Платформа рухається по осям x , екструдер – x та вертикально.

Вибір комбінації руху платформи та екструдера залежить від поставленої задачі, фінансових можливостей, специфіки надрукованих виробів та багатьох інших факторів. Найпоширенішим видом є 2 (Платформа рухається вертикально по осі z , екструдер – по осям x, y), його можна зустріти у більшості принтерів.

Отже декартова кінематика є досить простою, що робить принтери, які її використовують популярними та варіативними. Основні переваги цієї кінематики є:

- Простота та надійність. Чим простіше технологія, тим легше усувати певні недоліки які виникають в процесі роботи, а також корегувати принтер під специфічні завдання та деталі. Надійність такого принтера буде досить високою, адже проста технологія виключає багато помилок.

- Розмір. Вже зараз декартові принтери використовуються для будівництва будинків, або машин, отже принтери з такою технологією є варіативними в плані вибору розмірів платформ, екструдерів тощо. Використовуючи 3 вид комбінації руху (Платформа не рухається, екструдер – по всім осям), за платформу можна взяти майже будь що, як наприклад будівництво, де сам принтер не потребує власної платформи.

- Поширеність. Популярність декартових принтерів є вагомою перевагою перед іншими, адже популярність означає стрімкий розвиток технологій та їх доступність. Велика кількість документації та готових моделей, різноманітність матеріалів.

Delta кінематика у свою чергу є більш складною та специфічною. Основні відмінності можна побачити подивившись на ці принтери. Якщо декартові принтери складаються з перпендикулярних рейок по яким і рухається платформа та екструдер, у Delta принтерах присутні 3 паралельні осі по яких рухаються каретки на яких і закріплений екструдер.

Якщо у декартових принтерах рух мотора однієї з осей не впливає на інші координати, то у Delta кінематиці рух однієї каретки на своїй осі спричинить рух екструдера відносно всіх координат (x, y, z). Основна задача Delta кінематики є розрахунок переміщення всіх трьох кареток так, щоб екструдер перемістився у потрібні координати.

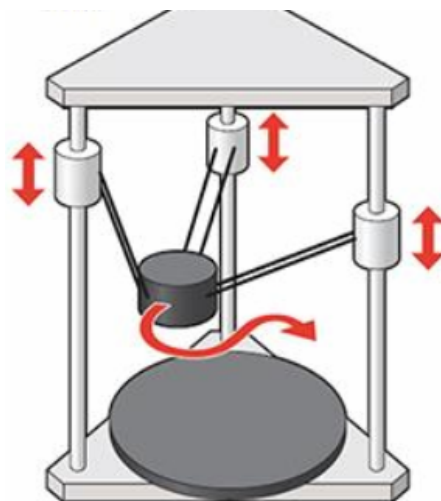


Рисунок 2 – Кінематика Delta

Для переміщення каретки у задані координати потрібно визначити висоту на яку треба підняти всі 3 каретки. Для цього використовується звичайна теорема Піфагора та тригонометрія. Знаючи відстань від каретки до екструдера (гіпотенуза) та перпендикуляр від екструдера до осі каретки, можемо розрахувати висоту на яку треба підняти каретку для переведення екструдера в потрібні координати. Треба пам'ятати, що розрахунок цієї висоти відбувається для кожної площини на якій зараз працює принтер окремо, на кожному наступному шарі матеріалу.

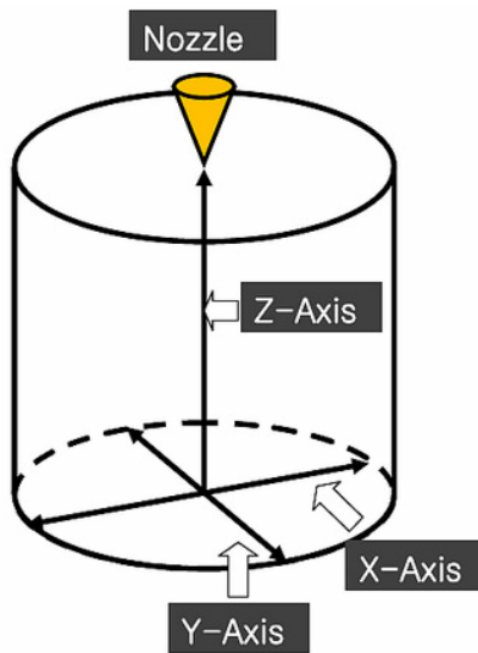


Рисунок 3 – Приклад системи координат в кінематиці Delta

Задача розрахунку положення екструдера називається «зворотною задачею». Перший крок це визначення координат рейок на яких знаходяться каретки. На даному етапі визначення координат являє собою 3 точки, що лежать на колі, якщо закріпити одну з рейок наприклад на осі у чи x, то за допомогою тригонометрії зможемо знайти 2 інші точки знаючи кут між прямою з центра до 1 рейки, яка лежить на осі, та прямою з центра до наступної рейки.

Наступним кроком треба визначити на яку висоту треба підняти каретку по осі z, для цього знаючи відстань від каретки до екструдера та знаючи відстань від екструдера до рейки, за допомогою формули Піфагора можемо розрахувати висоту на яку потрібно підняти каретку для руху сопла в заданні координати. Залишилось тільки задати двигунам висоту на яку їм потрібно рушити.

Слід зауважити, що під час розрахунку може виникнути помилка, коли екструдер рухається не в задані координат. Для вирішення цього слід відкалібрувати принтер беручи до уваги висоту сопла. Кінчик сопла має дорівнювати нулю на координаті z.

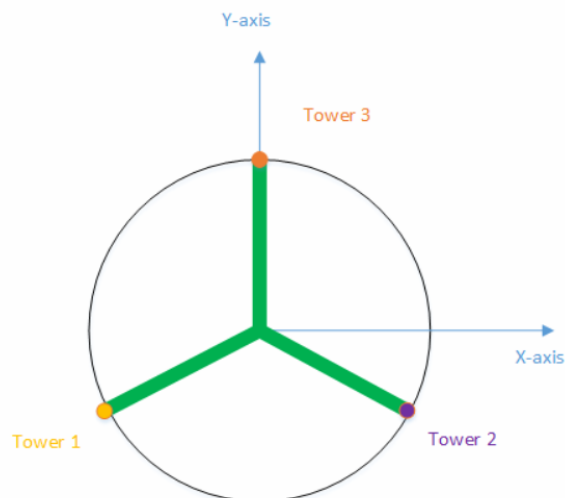


Рисунок 4 – Положення рейок відносно координат

Незважаючи на непоширеність принтерів з такою кінематикою в них є досить суттєві переваги, які можуть зробити їх чудовим вибором в залежності від поставленої задачі. Основною перевагою кінематики Delta є швидкість друку. Декартові принтери досить довго переміщують екструдер з однієї точки в іншу, що може розтягувати процес друку на години, кінематика Delta завдяки 3 кареткам, які рухаються одночасно, дозволяє прискорити швидкість друку.

Однак Delta принтери не мають такої популярності як декартові, отже можуть виникнути певні проблеми з інформацією, щодо їх використання та збірки. На даний момент принтери Delta досить обмежені розміри, що суттєво звужує коло виробів та деталей, які можна надрукувати на них. Висока ціна теж може бути одним з факторів вибору декартового принтеру замість Delta. Непопулярність цих принтерів робить невигідним їх масового виробництва.

Отже, порівнявши 2 види кінематики отримали наступні висновки. Декартова кінематика є простою та легкою у використанні, що робить її популярною у світі, також багато варіантів поєднання руху платформи та екструдера створює простір для розробки нових технологій використання та пошук нових сфер використання. У свою чергу кінематика Delta є більш складною. По-перше через досить специфічну систему координат та складних розрахунків положення екструдера, але у свою чергу має свої переваги та можливості розробки нових технологій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Marlin 3D printer firmware: Delta inverse kinematics. [Електронний ресурс] – Режим доступу. – URL: <https://kandepet.com/marlin-3d-printer-firmware-delta-inverse-kinematics/>
2. 3D Printers with Different Kinematics: Comparison, Advantages and Disadvantages. [Електронний ресурс] – Режим доступу. – URL: <https://top3dshop.com/blog/3d-printer-kinematics-explained>
3. 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/>
4. 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>.
5. 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>
6. Development of a 3D Model of a Manipulator for Mobile Robotic Platforms Based on Unigraphics NX / V. Yevsieiev, I. Nevliudov, N. Demska, Y. Valkivskyi // *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського*. – Серія : Технічні науки. – 2022. – Т. 33(72), № 1. – С. 157–164.

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