



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



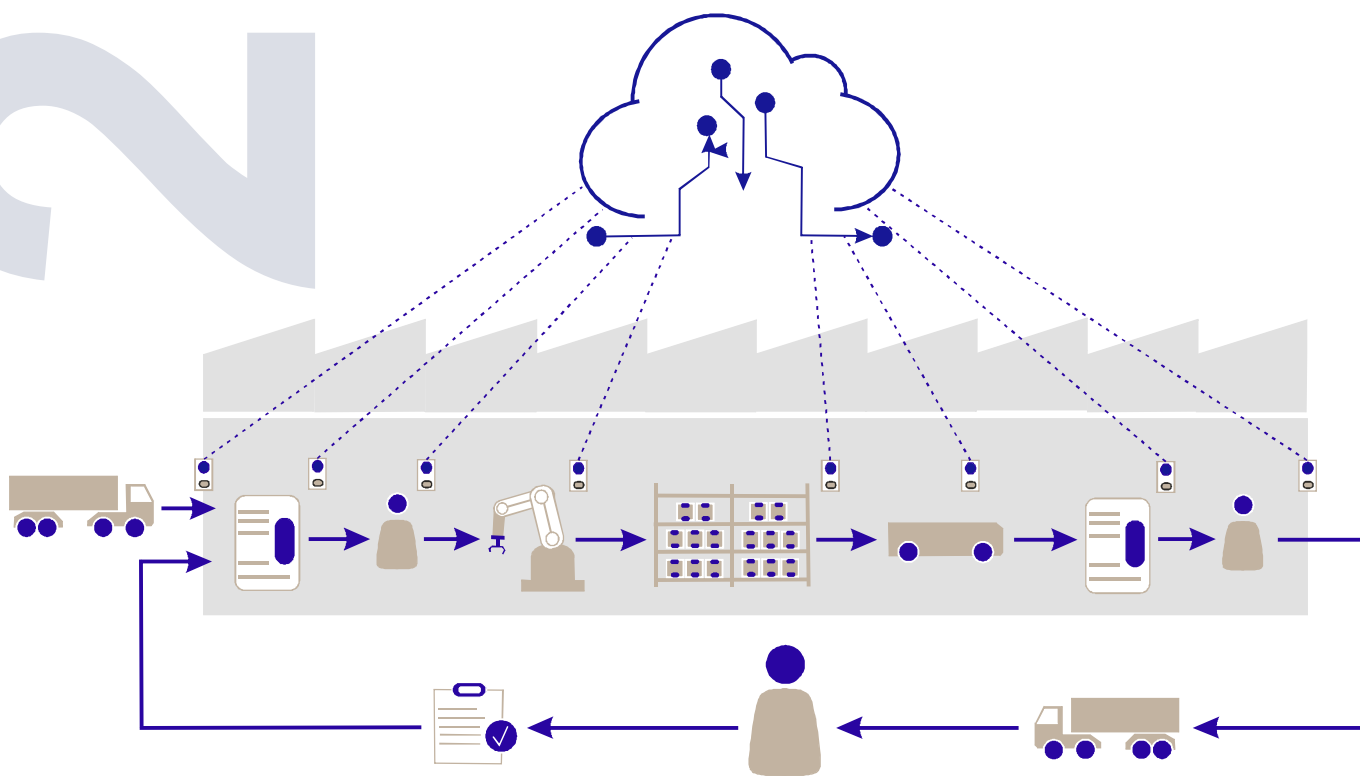
Cyber-physical
system



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

ФАКТОРНИЙ АНАЛІЗ ФОТОПОЛІМЕРНИХ СМОЛ ДЛЯ 3D-ДРУКУ**Є.В. Коротун**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: yehor.korotun@nure.ua

Анотація: у даній роботі розробляється вибір фотополімерних смол для фотополімерного 3D-друка. Що дозволяє визначити вплив фотополімерних смол на збереження геометричних розмірів 3D моделі.

Ключові слова: фотополімерний друк, LCD 3D-друк, фотополімерні смоли факторний аналіз, регресійна модель.

FACTOR ANALYSIS OF PHOTOPOLYMER RESINS FOR 3D PRINTING**E.V. Korotun**

Kharkiv national university of radio electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, pr. Nauki, 14

E-mail: yehor.korotun@nure.ua

Abstract: in this work, a selection of photopolymer resins for photopolymer 3D printing is developed. This allows us to determine the effect of photopolymer resins on the preservation of the geometric dimensions of the 3D model.

Keywords: photopolymer printing, LCD 3D printing, photopolymer resins factor analysis, regression model.

Розвиток адитивних технологій виробництва все більше стає поширеним в промисловості та повсякденному житті. Одним з най більш універсальним та доступним для споживачів засобом для отримання об'ємних деталей складних форм є 3D-друк. На даний час за допомогою 3D-принтерів можливо виготовлювати деталі з пластика (FDM – друк), з металу (SLS/SLM – друк) та з фотополімеру (SLA, DLP та LCD – друк). Фотополімерний 3D-друк, має ряд переваг, як: доступність, висока точність виготовлення деталей, простота технології та велика кількість безкоштовного програмного забезпечення. За рахунок цих переваг та особливостей технології, даний метод виготовлення можливо використовувати в багатьох сферах, як: ювелірне виробництво (створення майстер-моделей для лиття), стоматологи (створення протезів зубів), створення декоративних моделей для дизайну інтер'єру. Точність виготовлення деталей за цими технологіями залежить не тільки від технічних характеристик принтера, а і від властивостей фотополімерної смоли. Тому визначення впливу смол на збереження геометричних розмірів, є актуальною задачею при виготовленні моделі. [1,2]

Основною задачею даної роботи – є визначення впливу різних марок фотополімерних смол на збереження геометричних розмірів моделі. Тому на першому етапі необхідно обрати, які саме фотополімерні смоли ми будемо використовувати в подальшому дослідженні.

На даний момент існує великий асортимент фотополімерів на ринку, тому були обрані 9 фотополімерів, які найчастіше використовуються простим користувачем. Та обрані основні характеристики, котрі можуть впливати на відхилення геометричних розмірів моделі, таблиця 1.

Для побудови моделі множинної регресії впливу смол на розміри 3D-моделі, планується обрати дві марки фотополімерів, з найкращими початковими показниками. Для вирішення які саме обрати марки смоли, використаємо факторний аналіз.

Таблиця 1 – Марки та характеристики фотополімерних смол для дослідження

№	Назва смоли	Min. довжини хвилі полімеризації, нм	Max. довжини хвилі полімеризації, нм	Min. Коефіцієнт усадки, %	Max. Коефіцієнт усадки, %	Час засвітлено шару, с	Час засвітлено базових шарів, с	Товщина шару, мкм	Інтенсивність випромінювання, Лм
1	Anycubic 405nm UV	405	405	2,76	3,54	5	15	35	1600
2	Plexiwire Resin Basic	405	450	3,04	3,82	7	20	35	1800
3	MonoFilament Basic	405	450	2,37	4,22	7	25	35	1600
4	FunToDo	225	415	1,27	2,43	6	17	20	2600
5	Wanhao Castable	395	420	1,16	1,16	8	15	35	2600
6	BlueCast CR3A	400	410	3,74	4,82	4	9	10	1800
7	Elegoo 3D	385	450	5,37	5,74	3	10	35	1600
8	Weistek	385	410	2,38	3,02	7	15	50	1800
9	Tevo	380	420	3,53	4,22	8	12	50	2400

Факторний аналіз дозволяє зменшити розмірність вибірки. Якщо предмет описується за допомогою багатьох рис або характеристик, які можуть бути між собою пов'язані (при зміні однієї характеристики змінюється інша) то факторний аналіз дозволяє всі ці характеристики та риси звести до меншого числа притому не порушуючи данні для подальшого аналізу.[3-8]

Для проведення аналізу вносимо початкові дані в IBM SPSS Statistics 26. Таким чином ми отримуємо 8 параметрів які описують конкретну марку фотополімерної смоли. За результати розрахунку. В мірі адекватності та критерію Бартлетта (KMO and Bartlett's test of sphericity), дивимося на значення 0,685. Це значення більше 0,5 та доводить що факторний аналіз вдався, рисунок 1а.

Інша таблиця яка необхідна це таблиця перевернутих матриць компонентів (Component Matrix), рисунок 1б.

KMO and Bartlett's Test		Component Matrix ^a		
		Component		
		1	2	3
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	,685			
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	82,341		
	df	28		
	Sig.	,000		
Max. Коефіцієнт усадки, %		,951		
Min. Коефіцієнт усадки, %		,943		
Інтенсивність випромінювання, Лм		-,775		
Час засвітлено шару, с		-,755	,540	
Час засвітлено базових шарів, с			,693	-,564
Товщина шару, мкм			,662	,602
Max. Діапазон довжини хвилі полімеризації, нм			,609	
Min. Діапазон довжини хвилі полімеризації, нм		,501	,535	

Extraction Method: Principal Component Analysis.
a. 3 components extracted.

а)

б)

а – міри адекватності та критерію Бартлетта; б – матриця перевернутих компонентів

Рисунок 1 – Результати досліджень

Ми отримали 8 початкових характеристик та 3 компоненти (три макро-факторів). Значення які були отримані це є кореляції, наприклад: максимальний коефіцієнт усадки корелює з першим фактором на 0,951 (значима кореляція);

Час засвітлення шару одночасно корелює з першим на -0,755 (значима кореляція) та з другим фактором на 0,54 (слабка кореляція).

Для зручності подальшої оцінки фотополімерних смол перейменуємо отримані нові змінні: FAC1_1 – «Показники усадки»; FAC2_1 – «Час експонування та висота шару»; FAC3_1 – «Показники адгезії перших слоїв».

Для того щоб було зручно працювати далі необхідно привести данні значення в нормальний стан. Для цього всі значення факторів необхідно розділити на три рівних проміжку (зробити ранжирування ряду). Це дозволить описати значення за допомогою балів (1 – низько, 2 – середньо; 3 – високий рівень). В (Data View), отримуємо нові змінні NFAC1_1, NFAC2_1 та NFAC3_1, за якими можна буде провести оцінку. Якщо підставити ці значення під конкретну марку смоли, то отримуємо оцінку за трьома показниками, таблиця 2.

Таблиця 2 – Результати оцінювання фотополімерних смол

№	Марка смоли	Показники оцінки		
		Показники усадки	Час експонування та висота шару	Показники адгезії перших слоїв
1	Anycubic 405nm UV	3	1	2
2	Plexiwire Resin Basic	2	3	2
3	MonoFilament Basic	2	3	2
4	FunToDo	1	3	1
5	Wanhao Castable	1	2	3
6	BlueCast CR3A	3	1	1
7	Elegoo 3D	3	2	1
8	Weistek	1	2	3
9	Tevo	2	1	3

Виходячи з результатів для подальшого проведення досліджень найкращими марками фотополімерних смол виявилися, Plexiwire Resin Basic та MonoFilament Basic. Ці смоли будуть використовуватися для створення тестових зразків.

ВИСНОВКИ. Якщо проаналізувати результати рисунок 2, можливо побачити, що в перший макро-фактор потрапили: max. діапазон довжини хвилі полімеризації; min. коефіцієнт усадки; інтенсивність випромінювання; час засвітлено шару; min. діапазон довжини хвилі полімеризації.

Що має логіку та пов'язано між собою, бо:

1) Від часу експонування шару може залежить усадка, бо чим менше час на шар, то більше відсоток усадки від загального об'єму шару, через те що недостатня полімеризація шару більш схильна до усадки друкованого шару;

2) Мінімальний діапазон хвилі полімеризації та інтенсивність випромінювання також можуть впливати на усадку, в залежності від хімічних властивостей смоли.

До другого макро-фактора потрапили, наступні параметри: час засвітлено шару; час засвітлено базових шарів; товщина шару; max. діапазон довжини хвилі полімеризації; min. діапазон довжини хвилі полімеризації;

Залежність цих параметрів також можливо пояснити:

1) Час експонування основних та базових шарів може впливати на товщину шару, бо чим більше час тим більше ризик виникнення паразитного засвітлення шарів.

2) Довжина хвилі полімеризації також впливає на товщину шару, бо може існувати залежності від хімічних властивостей смоли. Чим більше довжина хвилі то, рекомендована висота шару теж збільшується. В цьому можливо переконатися, якщо подивитися в таблицю 3.1.

До третього макро-фактора потрапили час експонування базових шарів та товщина шару. Тут кореляція пояснюється тим, що чим більше висота базових шару тим менше потрібен час експонування бази.

ЛІТЕРАТУРА

1. Alfred Jacobsen, Trond Jorgensen, Qyvind Taffjord, and Endre Kirkhorn "Concepts for 3D print productivity systems with advanced DLP photoheads", Proc. SPIE 9376, Emerging Digital Micromirror Device Based Systems and Applications VII, 937605.
2. SPSS Statis for Dummies, 4th Edition /by Jesus Salcedo and Keith McCormick.[Book]. Published by: John&Sons.Inc. 2020. P. 444.
3. 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>
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. Євсєєв В. В. Моделювання виробничої лінії SMT-монтажу в кібер-фізичних виробничих системах / В. В. Євсєєв, Н. П. Демська, Ю. М. Олександров // VII Міжнародна науково-практична конференція «Напівпровідникові матеріали, інформаційні технології та фотовольтаїка»: Тези доповідей. – Кременчук: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2022. – С. 96-97.
Automation of Flexible HMI Interface Development for Cyber-Physical Production Systems / I. Nevliudov, V. Yevsieiev, N. Starodubcev, N. Demska // *International periodic scientific journal SWorldJournal*. – Issue No9, Part 1. – 2021. – P. 11-27.
6. Невлюдов, И., Стародубцев, Н., Евсеев, В., & Демская, Н. (2021). AUTOMATION OF FLEXIBLE HMI INTERFACE DEVELOPMENT FOR CYBER-PHYSICAL PRODUCTION SYSTEMS. *SWorldJournal*, 1(09-01), 11–27. <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2021-09-01-009>
7. Yevsieiev V. (2023) Development of a program for modeling the control of a mobile manipulation robot in the unity environment / Yevsieiev V., Starodubcev N. // *Scientific Collection «InterConf»*, (141), P. 331-334.
8. Viktoriia Bortnikova, Vladyslav Yevsieiev, Iryna Botsman, Igor Nevliudov, Kostiantyn Kolesnyk, Nazariy Jaworski. Queries classification using machine learning for implementation in intelligent manufacturing // Chapter 6 in Monograph «Methods and tools in CAD – selected issues». – Białystok (Poland): Publishing House of Białystok University of Technology. – 2021. – PP. 63-74.

Науковий керівник: Нікітін Дмитро Олександрович, асистент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.