

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки



ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2020

(Випуск 1)

[електронне видання]



<http://nure.ua/department/kafedra-komp-yuterno-integrovanih-tehnologiy-avtomatizatsiyi-ta-mehatroniki-kitam>



<http://itez.zntu.edu.ua/>



<http://kafea.kdu.edu.ua>

Харків 2020

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки
(КІТАМ)



ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2020

(Випуск 1)

[електронне видання]

Харків 2020

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2020) [Електронний ресурс] : збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2020. – Вип. 1. – 232 с.

COLLECTION OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER «AUTOMATION AND DEVELOPMENT OF ELECTRONIC DEVICES» ADED-2020 Part 1 (Key infrastructure 2020) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Electronics [electronic edition], 2020.- 232 p 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 № 8 від 28.05.2020

Збірник містить наукові статті студентів 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, першого (бакалаврського), другого (магістерського) рівнів вищої освіти. Статті надані в авторській редакції.

ЗМІСТ

<i>Нікітін Д.О.</i> Дослідження параметрів лазерної обробка на точнісні та якісні показники виробу ..	8
<i>Близнюк Д.С.</i> DUALXCARRIAGE. Точне налаштування 3D принтеру	14
<i>Запорожець В.А.</i> Розробка програмного забезпечення керування мобільним роботом <i>SPHERO 2.0</i> ...	17
<i>Імшенецький Я.О.</i> Автоматизована система керування природнім освітленням на приладобудівному виробництві	23
<i>Коваленко О.П.</i> Розробка стенда для автоматизації процесу контролю якості світло діодів	27
<i>Коритченко В.К.</i> Підтримка прийняття багатокритеріальних рішень у комп'ютеризованих і робототехнічних системах	31
<i>Кугір А.В., Павленко Т.І.</i> Сенсорна система мобільного робота	36
<i>Поляков В.А.</i> Виробництво керамічних елементів з використанням 3D-друку	41
<i>Мандзина В.И.</i> Анализ задач разработки и внедрения электронных модулей отображения текущих цен товаров на торговых предприятиях	46
<i>Стрілець Р.С.</i> Вибір способу управління фотополімерного 3D – принтера	50
<i>Усенко Р.К.</i> Автоматизована система керування природнім освітленням на приладобудівному виробництві	53
<i>Артеменко В.О.</i> Моніторинг стану людини з використанням мобільного кардіографу приєднаного до хмарних технологій	57
<i>Акуленко О.А., Воробйов А.О., Федулов І.Г.</i> Системний підхід до аналізу вимірювальних приладів та біосенсорів	61
<i>Шевченко А.Г.</i> Аналіз розробки штучного м'язового волокна його моделювання	66
<i>Синельник М.Д.</i> Аналіз функцій програмного забезпечення робота-маніпулятора для гнучких автоматизованих ліній	70
<i>Коцюба А.О.</i> Моделювання роботи мережі <i>logawan</i> для автоматизованої системи контролю та обліку електроенергії	74
<i>Корсун Д.О.</i> Розробка елементу SCADA-системи для конверного виробництва	80
<i>Крамарова В. О.</i> Сучасний стан застосування систем машинного зору в робототехнічних системах ..	87
<i>Михайлов А.С.</i> Системи орієнтації роботів в робочому просторі	91
<i>Олімпієв В.В.</i> Автоматизована система інформаційної підтримки виробничого комплексу	96
<i>Стеценко К.В.</i> Аналіз ітерферометрів для контролю форм поверхонь	100

<i>Карікова К.Р.</i>	
Проектування програмно-апаратного шлюзу для мережі розподілених пристроїв обліку даних	106
<i>Мамонько Д.В.</i>	
Розробка програмного для забезпечення керування траєкторією руху мобільної платформи	112
<i>Скрипник К.Е.</i>	
3D-печать металами	117
<i>Борисовський А.С.</i>	
Модернізація системи керування та програмного забезпечення робота-маніпулятора MR-999e	121
<i>Аспідов І.О.</i>	
Управління виробничим процесом за допомогою мобільних додатків	125
<i>Долгуля А.В., Поддубняк І.А.</i>	
Застосування сучасних робототехнічних систем з елементами штучного інтелекту в приладобудуванні	129
<i>Кравченко С.В., Заїкін В.О.</i>	
Використання експертних систем для вирішення технологічних задач виробництва деталей приладів	134
<i>Маслов О.А., Теміров М.С.</i>	
Сучасні тенденції розвитку інтелектуальних виробничих систем	138
<i>Наливкін О.Д.</i>	
Вибір середовища моделювання та проектування для забезпечення якості гнучких структур у виробі електронної техніки	143
<i>Бойко Д.О.</i>	
Аналіз механічних частин 3D принтера	147
<i>Чікель Д.М.</i>	
3D принтер. Порівняння плат керування	153
<i>Шило Н.Ю., Павленко Т.І.</i>	
Метод монте-карло в програмуванні	157
<i>Кугір А.В.</i>	
Робот-маніпулятор як частина автоматизованої лінії	161
<i>Тітов В.А.</i>	
Розробка віртуальної 3D моделі виробничого приміщення	166
<i>Шостенко С.</i>	
Проектування п'єзоелектричного мікро двигуна	171
<i>Білоус М. Ю., Медова К. Г.</i>	
Огляд сучасних технологій нанопристроїв та мікросистемної техніки	178
<i>Скрипкін А.А.</i>	
Розробка апаратної складової мобільного робота на RPi3 model B +	182
<i>Медова К. Г., Білоус М. Ю.</i>	
Аналіз поновлюваного альтернативного джерела отримання електричної енергії ...	189
<i>Миронов А.О.</i>	
Технологія каскадного регулювання у системі кондиціонування та вентиляції виробничого приміщення	193
<i>Шило Н.Ю., Павленко Т.І.</i>	
Аналіз програмних застосунків та сервісів для дистанційного навчання у вузах технічного профілю	198

<i>Піщур Ю.М., Скрипкин А. А.</i>	
Проектування пристрою вимірювання для дослідження основних параметрів світло діодів	202
<i>Шило Н.Ю.</i>	
Аналіз методів синтезу систем автоматичного управління	207
<i>Вакуленко В.К.</i>	
Визначення підмножини ефективних варіантів в задачі оптимізації технологічних процесів	212
<i>Губаренко М.С.</i>	
Реінжиніринг топологічної структури розподільчої мережі регіональної електроенергетичної системи	217
<i>Сідорчук Є.І.</i>	
Структурно-параметрична оптимізація технологічних процесів за методом аналога	222
<i>Пащенко А.В.</i>	
Аналіз перемикачів оптоволоконного сигналу	226
<i>Алфавітний список</i>	231

ОГЛЯД СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАНОПРИСТРОЇВ ТА МІКРОСИСТЕМНОЇ ТЕХНІКИ

М. Ю. Білоус, К. Г. Медова

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: maryna.bilous@nure.ua, kateryna.medova@nure.ua

Анотація: У роботі розглядаються технології нанопристроїв та мікросистемної техніки. Описано конкретні приклади та мікросистемної техніки. В результаті проведеного огляду сучасних технологій нанопристроїв та мікросистемні техніки розглянуто приклади існуючих нанопристроїв та технологій нано - та мікросистемні техніки, що дозволить надалі, удосконалити один з методів отримання МЕМС виробів.

Ключові слова: нанопристрої, мікросистема техніка, нанороботи, мікросистема.

AN OVERVIEW OF MODERN NANOSCALE AND MICROSYSTEM TECHNOLOGYS

M. Y. Belous, K. G. Medova

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: maryna.bilous@nure.ua, kateryna.medova@nure.ua

Anotations: The work deals with the technologies of nanodevices and microsystem technology. Specific examples and microsystem techniques are described. As a result of the inspection of modern technologies of nanodevices and Microsystem techniques, examples of existing nanodevices and techniques of nano-and microsystem techniques are considered, which will further improve one of the methods for obtaining MEMS products.

Keywords: nanodevices, microsystems engineering, nanorobots, micro system.

На сьогоднішній день нанотехнології є одним з головних напрямків науки і техніки, які вносять революційні зміни в технології XXI століття. Нанотехнології охоплюють цілеспрямоване створення, вивчення властивостей і моделювання матеріалів і пристроїв, структурні елементи яких мають нанометровий розмір [1].

Сучасні пристрої і матеріали, створені завдяки розробкам в області нанотехнологій, активно використовуються в електроніці і напівпровідникових технологіях, хімічній промисловості, енергетиці, медицині, тому тема є актуальною.

Нанотехнологія-область фундаментальної і прикладної науки і техніки, що має справу з сукупністю теоретичного обґрунтування, практичних методів дослідження, аналізу і синтезу, а також методів виробництва і застосування продуктів із заданою атомною структурою шляхом контрольованого маніпулювання окремими атомами і молекулами.

Об'єкти нанотехнологій, з одного боку, можуть мати характеристичні розміри зазначеного діапазону [2]:

- наночастинки, нанопорошки (об'єкти, у яких три характеристичних розміру знаходяться в діапазоні до 100 нм).
- нанотрубки, нановолокна (об'єкти, у яких два характеристичних розміру знаходяться в діапазоні до 100 нм).
- наноплівки (об'єкти, у яких один характеристичний розмір знаходиться в діапазоні до 100 нм).

З іншого боку, об'єктом нанотехнологій можуть бути макроскопічні об'єкти, атомарна структура яких контрольовано створюється з роздільною здатністю на рівні окремих атомів.

Технології нано- і мікросистемної техніки призначені для створення елементної бази сучасних мікроелектронних систем, вони дозволяють розробляти окремі механічні конструкції і складні інтегральні електронно-механічні пристрої.

Приклад таких пристроїв – це мікро- і наноелектромеханічні системи, що поєднують в собі інформаційні та енергоперетворюючі компоненти, створені на базі використання технології мікро- і оптоелектроніки, волоконно-оптичної техніки, акустоелектроніки і мікромеханіки [3].

Розглянемо декілька прикладів нанопристроїв.

Молекулярні шестерні і насоси (рис. 1) [4-6]. Валами шестерень в коробці передач є вуглецеві нанотрубки, а зубцями служать молекули бензолу. Характерні частоти обертання шестерень складають кілька десятків гігагерц. Пристрої "працюють" або в глибокому вакуумі, або в інертному середовищі при кімнатній температурі. Інертні гази використовуються для "охолодження" пристрою. Практичне застосування такі насоси знайшли в якості ступенів високого тиску при спільній роботі з насосами, що мають взаємно перпендикулярне переміщення газу і робочих поверхонь, а також при відкачуванні газів з великою молекулярною масою.



Рисунок 1 – Молекулярний насос

Алмазна пам'ять для комп'ютерів. Схема пристрою проста і складається з зонда і алмазної поверхні. Зонд являє собою вуглецеву нанотрубку або, що закінчується півсферою C60, до якої кріпиться молекула C₅H₅N. Алмазна поверхня покривається моношаром атомів водню. Деякі атоми водню заміщаються атомами фтору. При скануванні зонда вздовж алмазної поверхні, покритої моношаром адсорбату, молекулу C₅H₅N, згідно квантовим моделям, здатна відрізнити адсорбований атом фтору від адсорбованого атома водню.

Квантові запам'ятовуючі пристрої, побудовані з "кубітів", квантового еквівалента, комп'ютерних бітів. Тривалі кубіти, вбудовані в кристали алмазу, можуть стати передумовою для створення в майбутньому "квантового Інтернету", який практично неможливо зламати.

Нанороботи – роботи, створені з наноматеріалів і розміром порівнянні з молекулою (рис. 2) [7]. Вони повинні володіти функціями руху, обробки і передачі інформації, виконання програм. Розміри нанороботів не перевищують декількох нанометрів. Згідно з сучасними теоріями, нанороботи повинні вміти здійснювати двосторонню комунікацію: реагувати на акустичні сигнали і бути в змозі заряджатися або перепрограмуватися ззовні за допомогою звукових або електричних коливань. Сфера застосування нанороботів дуже широка от біомедицинського інструментарію до військових та космічних досліджень і розробок.



Рисунок 2 – Сучасні нанороботи

Нанороботи можуть робити буквально все: діагностувати стани органів і процесів, втручатися в ці процеси, доставляти ліки, з'єднувати і руйнувати тканини, синтезувати нові. Фактично, нанороботи можуть постійно омолоджувати людину, реплікуючи всі його тканини. На даному етапі вченими розроблена складна програма, моделює проектування і поведінку нанороботів в організмі. Вчені провели віртуальні дослідження нанороботів для лікування діабету, дослідження черевної порожнини, аневризми мозку, раку, біозахисту від отруйних речовин.

Далі розглянемо основні технології нанопристроїв та мікросистемної техніки (МСТ).

МСТ як сполучна ланка між мікроелектронікою, мікромеханікою і нанотехнологіями. Технології МСТ численні і різноманітні [6].

Технології LIGA, LIGA і *mumps* технології, які використовують для виробництва мікроактуаторов, точніше технології виробництва мікроелектромеханічних систем (МЕМС).

Мікромеханічні системи є складними багат шаровими конструкціями, що складаються з напівпровідникових, діелектричних і провідних шарів. До таких систем відносяться мікроелектромеханічні системи, МЕМС (англ. MEMS) – технології і пристрої, що поєднують в собі мікроелектронні і мікромеханічні компоненти. МЕМС-пристрої зазвичай виготовляють на кремнієвій підкладці за допомогою технології мікрообробки, аналогічно технології виготовлення однокристалних інтегральних мікросхем.

Технологічні можливості мікроелектроніки послужили основою для появи і бурхливого розвитку не тільки мікросистемної техніки, а й оптоелектроніки, вони все більш широко використовуються при виготовленні дифракційних оптичних елементів і мікроформованих деталей за технологією LIGA. Технологія LIGA полягає у використанні рентгенівського випромінювання від синхротрону для отримання глибоких, з стрімкими стінками топологічних картин в полімерному матеріалі. Випромінювання синхротрона має надмалий кут розходимості пучка.

Джерелом випромінювання є високоенергетичні електрони рухомі з релятивістськими швидкостями. Глибина проникнення випромінювання досягає одиниць міліметрів. Це обумовлює високу ефективність експонування при малих тимчасових витратах.

Технологія SIGA-ультрафіолетова літографія, гальваніка і формування. До особливостей цієї технології можна віднести те, що можна управляти шириною профілю, а також технологія сумісна з технологією тонких плівок [7].

Технологія MUMPs призначена для надання універсальної мікрообробки різним користувачам, які бажають проектувати і виготовляти MEMS пристрої. Цей процес використовують для того, щоб проектувати і перевіряти дослідні зразки МЕМС пристроїв і прискорювати процеси розвитку виробу. MUMPs-це процес 3-х шарової полікристалічної поверхневої мікрообробки [7].

В даний час МЕМС технології вже застосовуються для виготовлення різних мікросхем. Так, МЕМС-осцилятори в деяких застосуваннях замінюють кварцові генератори. МЕМС технології застосовуються для створення різноманітних мініатюрних датчиків, таких як акселерометри, датчики кутових швидкостей, гіроскопи, магнітометричні датчики, барометричні датчики, аналізатори середовища (наприклад для оперативного аналізу крові).

МЕМС технологія може бути реалізована з використанням цілого ряду різних матеріалів і технологій виробництва, вибір яких залежатиме від створюваного пристрою і ринкового сектора, в якому він повинен працювати.

На сьогодні існує близько 12 методів виготовлення МЕМС виробів і більшість з них базується на технології КМОП. Набір напівпровідникових технологій побудови інтегральних мікросхем. Оскільки основним матеріалом для виготовлення МЕМС пристроїв є кремній. Кремній став головним з багатьох відомих напівпровідників. Створення КМОП структури зазвичай починається з виділення активних зон – кишень р-і n-типу, в яких будуть розміщуватися, відповідно, n-МОП і р-МОП транзистори. Тобто, основні етапи процесу виготовлення КМОП інвертора: формування: кишень р - і n - типу, щільної ізоляції, областей витоку, стоку і затвора, контактів до активних областей, багат шарової металізації.

Технологія DEM-поєднання методів об'ємного травлення кремнію з процесами гальванічного осадження. Такий метод використовується для отримання трубчастих деталей складної форми, які недоступні технології LIGA [6].

Крім технологій виготовлення МЕМС виробів також існують наступні технології: отримання та обробки функціональних наноматеріалів і конструкційних наноматеріалів.

Була обрана така класифікація оскільки ці технології є на сьогоднішній день одним з найскладніших і перспективних спрямований як в області нанотехнологій, так і в області отримання нових матеріалів з унікальним поєднанням властивостей.

На сьогоднішній день не існує усталеного визначення функціональних матеріалів. Функціональний матеріал, крім того, що є частиною конструкції, виконує додаткову функцію, більш цікаву, ніж функція конструкційна.

До таких матеріалів часто відносять різні наноматеріали – їх функціональність багато в чому потрібно для створення як різних пристроїв, так і нових матеріалів в цілому. Як приклад можна привести сплав нікелю і титану, так званий нітинол – матеріал з пам'яттю форми, якому можна надати форму при термічному впливі. Коли вплив знімається, змінюється форма. Високий інтерес до функціональних наноматеріалів.

При переході до мікро – і нанорозмірів у матеріалів з'являються абсолютно нові властивості, пов'язані з тим, що співвідношення атомів на поверхні матеріалу і в його обсязі в разі наноматеріалів може йти на користь поверхні, а не обсягу.

Конструкційний матеріал являє собою, перш за все, деякий обсяг, займаний твердим тілом-металом, полімером, керамікою і т. д. [8].

Існують розробки технологічних процесів отримання конструкційних матеріалів і композитів з наноструктурою методами:

- фізичні методи синтезу та методи поділу наночастинок за розміром;
- процеси самозбірки в наносистемах;
- синтез наночастинок в аморфних і впорядкованих матрицях матрицях;
- нанолитографія.

Таким чином, в результаті проведеного огляду сучасних технологій нанопристроїв і мікросистемні техніки розглянуто приклади існуючих нанопристроїв і технологій нано - і мікросистемні техніки, що дозволить надалі, удосконалити один з методів отримання МЕМС виробів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лучінін В.В. Про термін «Мікросистемна техніка» в російській та англійській мовах [Текст] / В.В. Лучінін, П.П. Мальцев // Нано - і мікросистемна техніка, 2006, № 2. – С. 39 – 41.
2. Заячук Д. М. Нанотехнології і наноструктури : навч. посібник [Текст] / Д. М. Заячук. – Львів: Нац. ун-т “Львів. політехніка”, 2009. – 580 с.
3. Нано-і мікросистемна техніка. Від досліджень до розробок: зб. статей [Текст] / під ред. п. п. Мальцева. - М.: Техносфера, 2005. - 589 с.
4. Богуслаєв В.А. Наноматеріали та нанотехнології: учеб. для студентів вузів [Текст] / В. А. Богуслаєв, А.Я. Качан, Н. Е. Калініна. – Запоріжжя: Мотор Січ, 2014.– 207 с.
5. Семенець В.В. Введення в мікросистемну техніку та нанотехнології : підручник [Текст] / В. В. Семенець, І. Ш. Невлюдов, В. А. Палагін. – Харків: СМІТ, 2011. – 415 с.
6. Невлюдов И.Ш. Технологии микросистемной техники [Текст] / И.Ш. Невлюдов, В.А. Палагин. Е.А. Чалая // Технология микроэлектроники, 2015. – с. 7-10.
7. Цветков, Ю.Б. Процессы и оборудование микротехнологии. Часть 1 [Текст] / Ю.Б. Цветков. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. – 168 с.
8. Звонарев С.В. Функциональные и конструкционные наноматериалы: учебно-методическое пособие [Текст] / С.В. Звонарев. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 132 с.

Науковий керівник: Сотник Світлана Вікторівна, доцент кафедри КІТАМ, Харківського національного університету радіоелектроніки