

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки



ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2019

(Випуск 2)

[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 2019

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-2019

(Випуск 2)

[електронне видання]

Харків 2019

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Голова: **Невлюдов Ігор Шакирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

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, кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Палагін Віктор Андрійович, доктор технічних наук, професор кафедри автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки

Косенко Віктор Васильович, кандидат технічних наук, доцент, директор Державного підприємства «Харківського науково-дослідного інституту технології машинобудування».

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

Шило Галина Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри Інформаційних технологій електронних засобів, Запорізького національного технічного університету.

Фурманова Наталія Іванівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри Інформаційних технологій електронних засобів, Запорізького національного технічного університету.

Малий Олександр Юрійович, кандидат технічних наук, доцент кафедри Інформаційних технологій електронних засобів, Запорізького національного технічного університету.

Відповідальний редактор: **Євсєєв Владислав В'ячеславович**, кандидат 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-2019) [Електронний ресурс] : збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2019. – Вип. 2. – 199 с.

COLLECTION OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER «AUTOMATION AND DEVELOPMENT OF ELECTRONIC DEVICES» ADED-2019 Part 2 (Key infrastructure 2019) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Elektronik [electronic edition], 2019.- 199 p with.

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

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>А. В. Гавриленко</i> Система керування сигнальними пристроями регулювання дорожнього руху за допомогою нейронної мережі	7
<i>А. В. Кугір, В. М. Пилипенко, С.С. Костенко</i> Дослідження мініатюрних лінійних п'єзоелектричних двигунів	11
<i>А. В. Кугір</i> Дослідження сучасних сенсорних систем промислових роботів	15
<i>Я.О. Радченко</i> Макет з'єднання і програмна реалізація контролю зору для мобільних роботів на базі Raspberry Pi та мови програмування Python	20
<i>А.О. Андріїв, І.А. Деміров</i> Аналіз методів дослідження геометрії топології поверхонь підкладок МОЕМС-перемикачів	27
<i>Т. О. Бабак</i> Компоненти WEB-системи для автоматизації банку віртуальних валют	31
<i>М.Ю. Білоус, В.І. Павленко</i> Особливості автоматизованого управління технологічними процесами	34
<i>В.В. Горожеєв</i> Огляд сучасних акселерометрів та їх сфери застосування	38
<i>Д. Р. Кузяєв</i> Вибір та аналіз середовища розробки 3D моделей	43
<i>А.І. Демська, І.І. Дерев'янка</i> Аналіз процесу візуалізації інформації для людино-орієнтованого проектування інтерфейсу	47
<i>Д. В. Ігнатенко, І. О. Волощенко</i> Автоматизована система вимірювання метеорологічних показників	51
<i>Є. К. Юсубов, М. О. Сверчков, Д. В. Алмосов, А. С. Михайленко, А. А. Львов</i> Аналіз технологій забезпечення комфортного існування у суспільстві осіб з порушенням зору	55
<i>С.С. Гоцкало, О.В. Ключко, А.А. Панков, К.В. Хіхля</i> Створення макету електронного замку для частного та корпоративного використання	59
<i>Е.Ю. Козейчук</i> Стан сучасного проектування дронів, системи управління дронами, конструкції коптерів, елементи коптерів, SOLIDWORKS	64
<i>С.А. Васюта</i> Моделювання гнучкого виробничого модуля багатошарових товстопліткових плат	67
<i>А. Є. Мажара, В.І. Павленко, О.М. Бурма</i> ІНДУСТРІЯ 4.0 як промислове виробництво майбутнього	71
<i>А.В. Микитенко</i> Обзор современных типов баз данных для взаимодействия с современными приложениями	75
<i>В.І. Павленко, М.Ю. Білоус</i> Методи управління розумним будинком	81
<i>В.І. Павленко, А. Є. Мажара, О.М. Бурма</i> LIGA технологія	85
<i>О.М.Пазушко</i> Програмний термінал, який виконує функцію читання статусу вхідних контактів або виконує функцію читання вхідних реєстрів	89

<i>Е. А. Левченко, И. А. Ситало, Е. Г. Медовая</i>	95
Перспективы развития автоматизированного производства	
<i>І. А. Ситало, Е. О. Левченко, К. Г. Медова</i>	99
Концепція гнучкого виробництва	
<i>К. Є. Скрипник, Ю. М. Піщур</i>	103
Аналіз технології побудови локальної карти середовища мобільного робота	
<i>М.О. Верьовкін</i>	110
Мобільні роботи: можливості, перспективи, проблеми	
<i>Т.І. Павленко, Н.Ю. Шило</i>	114
Принципи й компоненти концепції INDUSTRY 4.0	
<i>Є.О. Самойленко, В.В. Бендер</i>	118
Використання програмно реалізованого алгоритму розпізнавання об'єктів на зображенні під час розробки карти приміщення	
<i>С.О. Борн, М.В. Кондратюк</i>	122
Автоматизація досліджень фотоелектричних параметрів фокліних концентраторних кремнієвих сонячних батарей на основі плат ARDUINO	
<i>В.В.Завалій</i>	126
МЭМС-давачі руху STMICROELECTRONICS	
<i>Ф.Баррі</i>	130
Розробка компонентів інформаційно управляючої системи фітнес центра	
<i>А.О Тарантін.</i>	134
Аналіз методів проектування промислових комп'ютерних мереж	
<i>С.П.Циганок</i>	138
Аналіз управління безколекторним двигуном постійного струму	
<i>Д.О. Бойко</i>	141
Кінематика 3D принтерів. види та особливості	
<i>Д.С.Близнюк</i>	147
3D принтер. Налаштування переміщень XYZ осей та екструдеру	
<i>Р.Є. Стрілець</i>	152
Якість друку фотополімерного 3D принтера	
<i>К. І. Гладських</i>	156
Аналіз та вибір матеріалу для побудови несучої констркунції 3D-принтера за технологією DLP	
<i>О. Ю. Сергійко</i>	159
Дослідження параметрів багатозондового контактного пристрою для контролю мікросхем BGA	
<i>С.В. Філь</i>	165
Технології виготовлення стабілізованих матеріалів	
<i>А. А. Бондар, В. О. Глотка</i>	168
Аналіз структури та функціональних можливостей сучасних систем контролю та управління доступом	
<i>С.В.Костенко</i>	173
Дистанционное управление мобильными мехатронными системами	
<i>Т.І. Павленко, Н.Ю. Шило</i>	179
Аналіз колаборативних роботів	
<i>Е. Ю. Валковская, Г. Ю. Кострова, А. А. Брадул, В.А. Запорожсец</i>	183
Анализ работы схемы локационной системы промышленного робота.....	
<i>Ю.М. Піщур, В. К. Матюшенко, А. А. Скрипкин</i>	191
Аналіз технології виготовлення гнучких друкованих плат.....	
<i>Алфавітний список</i>	198

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ СИГНАЛЬНИМИ ПРИСТРОЯМИ РЕГУЛЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

А. В. Гавриленко

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: artem.havrylenko@nure.ua

Анотація: Роботу присвячено вивченню способів розрахунку інтервалів роботи дорожнього світлофора та реалізації визначення цих інтервалів за допомогою нейронної мережі. Визначено переваги такого способу знаходження інтервалів над математичними розрахунками.

Ключові слова: автоматизація, дорожній рух, транспорт, нейронна мережа.

A SIGNAL CONTROL SYSTEM FOR ROAD TRANSPORT BY THE NEURAL NETWORK

A. Havrylenko

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: artem.havrylenko@nure.ua

Annotation: The work is dedicated to studying approaches of calculating the intervals of traffic light signals and the implementation of the definition of these intervals with the help of a neural network. The advantages of such a way of finding intervals over mathematical calculations are determined.

Key words: automation, road traffic, transport, neural network.

В останні роки значного поширення здобули нейронні мережі. Нейронна мережа являє собою деяку математичну модель, її апаратне чи програмне втілення, що побудоване по принципу організації і функціонування біологічних нейронних мереж – мереж нервових клітин живого організму. Нейронні мережі не програмуються в звичному сенсі цього слова, вони навчаються. Можливість навчання – одна з головних переваг нейронних мереж перед традиційними алгоритмами. У випадку вдального навчання мережа може повернути правильний результат на основі даних, які були відсутні в навчальній вибірці, а також неповних та/або частково спотворених даних. Поширення нейронних мереж обумовлене збільшенням потужності сучасних ЕОМ, що сприяє швидкому навчанню мережі.

До сфер застосування нейронних мереж можна віднести наступні:

- розпізнавання образів та класифікація;
- прийняття рішень та керування;
- кластеризація;
- прогнозування;
- апроксимація;
- стискання даних та асоціативна пам'ять;
- аналіз даних.

Існує 3 способи навчання нейронної мережі:

1. Навчання з вчителем (supervised learning) передбачає наявність повного набору розмічених даних для тренування моделі на всіх етапах її побудови.

2. Навчання без вчителя (unsupervised learning) характеризується наявністю у моделі набору даних та відсутністю явних вказівок, що з цими даними робити. Нейронна мережа

намагається самостійно знайти кореляції в них, виокремлюючи корисні ознаки і аналізуючи їх.

3. Навчання з підкріпленням (reinforcement learning) відрізняється від стандартного навчання з учителем тим, що пари правильних входів/виходів ніколи не представляються, а недостатньо оптимальні дії явно не виправляються. Крім того, є акцент на інтерактивній продуктивності, який включає знаходження балансу між дослідженням та використанням.

Засоби навчання можуть певним чином поєднуватись [1].

Узагальнена математична модель нейрона виглядає наступним чином:

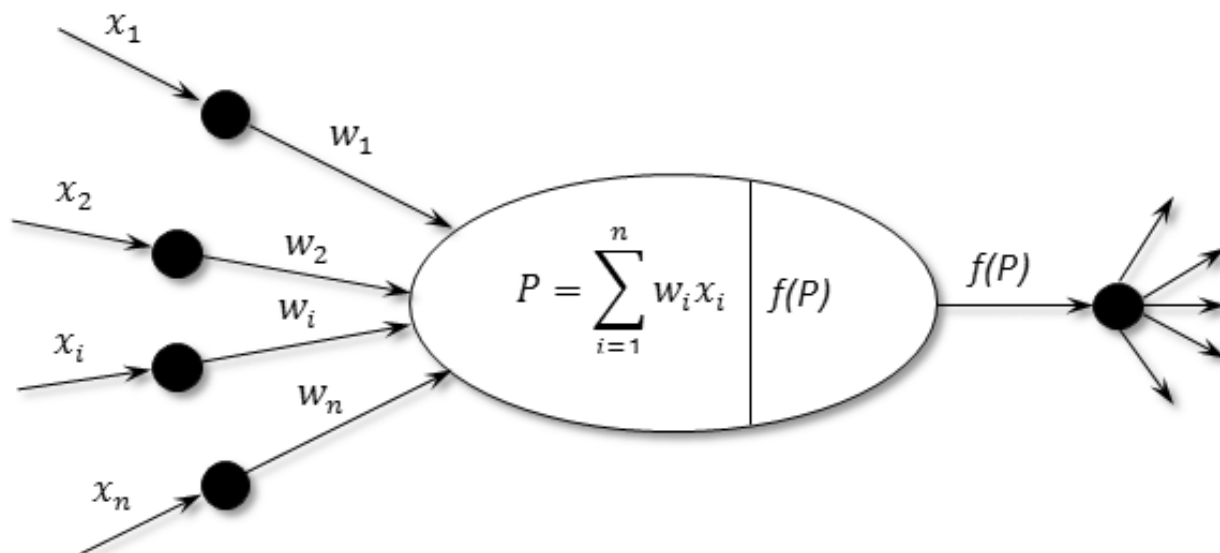


Рисунок 1 – Математична модель нейрона

- вхідні сигнали x_i – дані, що надходять з довкілля або від інших активних нейронів. Вхідні значення можуть бути дискретними з множин $[0, 1]$ чи $[-1, 1]$ або приймати будь-які дійсні значення;
- дійсні вагові коефіцієнти w_i – визначають силу зв'язку між нейронами;

$$P = \sum_{i=1}^n w_i x_i$$

- рівень активації (потенціал) нейрона ;
- функція активації $f(P)$ – призначена для розрахування вихідного значення сигналу, що передається іншим нейронам.

Штучна нейронна мережа складається з декількох шарів, в які групуються нейрони. Її можна представити наступним чином: на нейрони вхідного шару подаються виміряні і перетворені значення характеристик об'єкту (образу). Сигнали, що надійшли до нейронів вхідного шару, передаються на наступний шар (прихований чи вихідний) без перетворень (тобто до них не застосовуються функція активації). Приховані шари і вихідний шар, що відображають специфіку знань, перетворюють вхідні данні. Вихідний шар генерують скаляр (одне значення) або вектор (декілька значень), що є рішенням задачі [2].

Використання нейронної мережі для керування сигнальними пристроями регулювання дорожнього руху виправдане у зв'язку з тим, що прийняті методи математичного розрахунку можуть не враховувати деяких деталей дорожньої ділянки, що регулюється. Також, такі методи можуть застосовуватись у межах одного перехрестя, розгалуження тощо, тоді як нейронну мережу можна впровадити для дорожньої ділянки значно більшої і складної, що дозволить не лише оптимізувати транспортний трафік на одному світлофорі, а також синхронізувати роботу світлофорів, що знаходяться на якійсь відстані один від одного.

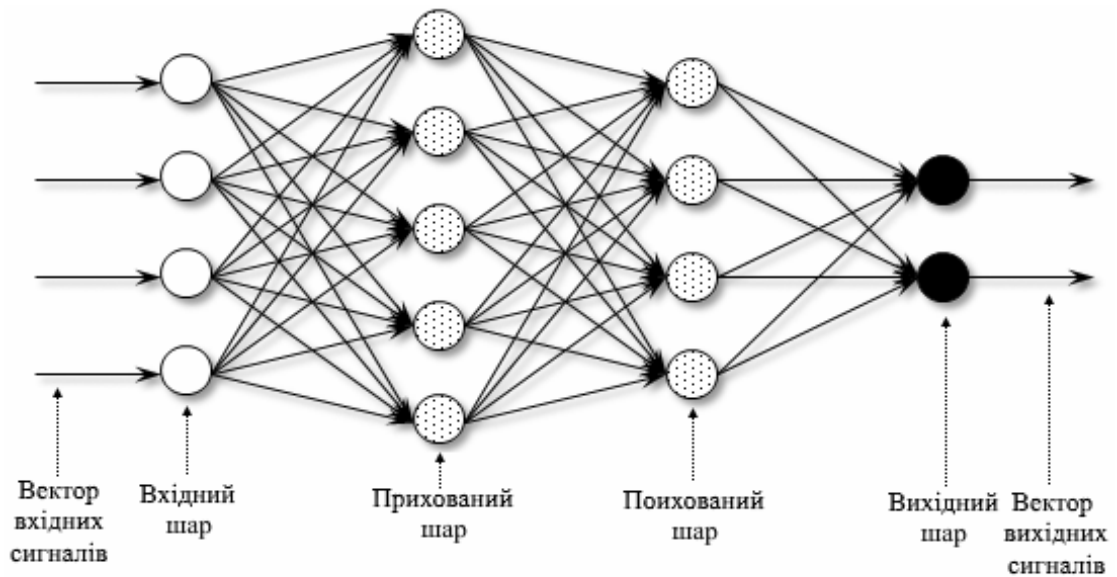


Рисунок 2 – Штучна нейронна мережа

Світлофорне регулювання є одним з ефективних методів підвищення безпеки дорожнього руху і регулювання транспортних і пішохідних потоків. Світлофорні об'єкти, що використовуються індивідуальні автоматичні перемикачі світлофорних сигналів і працюють в одному чи декількох жорстких режимах, проєктують на перетини автомобільних доріг. При значному взаємному віддаленні світлофорних об'єктів один від одного такий спосіб регулювання дає хороші результати. Необхідними умовами для цього є обґрунтоване встановлення світлофора і оптимальне призначення режиму його роботи, залежно від об'ємів транспортного і пішохідного руху і планувальної характеристики пересічення автомобільних доріг.

Типи світлофорів, які використовують для керування транспортними потоками, вказані в ДСТУ 4092-2002. Вони поділяються на транспортні (маркування «Т») та пішохідні (маркування «П») (рис.3).

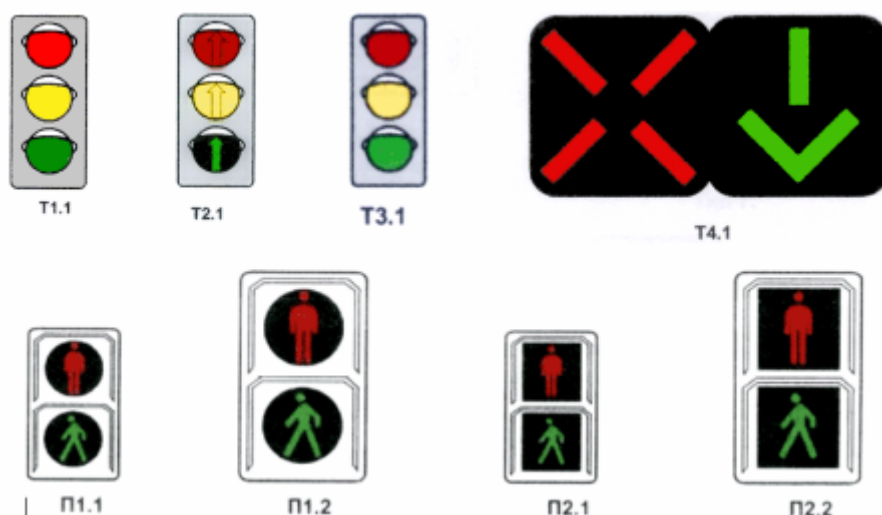


Рисунок 3 – Приклади світлофорів: транспортні – Т1.1, Т2.1, Т3.1, Т4.1; пішохідні – П1.1, П1.2, П2.1, П2.2

Система керування світлофорами за допомогою нейронної мережі враховує наступні умови:

1. Сигнали чергуються за наступною послідовністю: червоний – червоний з жовтим – зелений – жовтий – червоний.
2. Тривалість сигналу «червоний з жовтим» рекомендується налаштувати не більше 2 с, тривалість жовтого сигналу – 3 с. Якщо розрахована тривалість проміжного такту перевищує вказані величини, то тривалість червоного сигналу рекомендується збільшувати на час перевищення.
3. Допускається послідовність включення сигналів: червоний – зелений – жовтий – червоний, якщо світлофорний об'єкт не включено до системи координованого керування рухом.
4. В режимах роботи світлофорної сигналізації з використанням світлофорів Т.1, Т.3 (будь-якого типу), Т.2, Т.8 та Т.9 рекомендується передбачати миготіння зеленого сигналу протягом 3 с безпосередньо перед його виключенням з частотою 1 спал/с (допускається відхилення від вказаної частоти $\pm 10\%$), для світлофорів П.1 та П.2 такий режим є обов'язковим.
5. Для інформування водіїв і пішоходів про час, що залишився до закінчення горіння зеленого сигналу, допускається застосування цифрового табло.
6. На пішохідних переходах, якими регулярно користуються пішоходи зі слабким чи відсутнім зором, додатково до світлофорної сигналізації рекомендується застосовувати звукову сигналізацію, що працює в узгодженому режимі з пішохідними світлофорами.
7. А період зниження інтенсивності руху до значень менш за 50% для умов 1 та 2 світлофори Т.1, Т.2, Т.3 та Т.9 рекомендується переводити на режим миготіння жовтого сигналу. За умов забезпечення безпеки руху допускається залишати ці світлофори в режимі трьохколірної сигналізації впродовж доби.
8. Рекомендується, щоб всі світлофори, що встановлені на одному світлофорному об'єкті (окрім світлофорів Т.4), працювали у взаємоузгоджених режимах.
9. Рекомендується, щоб будь-який світлофорний об'єкт, що входить в систему координованого керування рухом, мав можливість працювати в індивідуальному (резервному) автоматичному режимі, незалежно від роботи інших світлофорних об'єктів.
10. Розрахунок режимів роботи світлофорного об'єкта (часу циклу, часу пофазних роз'їздів) рекомендується проводити для 3 програм для різних періодів доби (ранок, день, вечір) і визначати в ході вивчення умов руху на даній ділянці автомобільної дороги.
11. При наявності світлофорів П.1 та П.2 на перехрестях, що регулюються, не рекомендується використання часткового конфлікту в русі пішоходів та транспорту в схемах світлофорного регулювання [3].

Отже, впровадження нейронної мережі для розрахунків інтервалів роботи світлофорів може бути цілком виправдане, адже при достатньо детальному моделюванні ділянки дорожнього руху на результат можуть впливати фактори, що не враховуються або якими нехтують для простоти розрахунків. Також можна застосовувати нейронну мережу одразу для великих ділянок дороги, що включає декілька ділянок з регулюванням світлофорами. Це дозволить синхронізувати значну кількість транспортних розв'язок, що може оптимізувати дорожній трафік.

ЛІТЕРАТУРА

1. Обучение нейросети с учителем, без учителя, с подкреплением – в чем отличие? Какой алгоритм лучше? [Електронний ресурс] // URL: <https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/obuchenie-s-uchitelem-bez-uchitelja-s-podkrepleniem/> (дата звернення: 02.07.2019).
2. Искусственные нейронные сети [Електронний ресурс] // URL: <https://sites.google.com/site/anisimovkhv/learning/iis/lecture/tema16> (дата звернення: 02.07.2019).

3. Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах [Электронный ресурс] // URL: http://rodosnpp.ru/media/rodos/normative_base/nt_dejstv/odm/_218.6.003-2011.pdf (дата звернення: 02.07.2019).

Науковий керівник: Сезонова Ірина Костянтинівна, к.т.н., професор кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки

УДК 621.315

ДОСЛІДЖЕННЯ МІНІАТЮРНИХ ЛІНІЙНИХ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ

А. В. Кухір, В. М. Пилипенко, С.С. Шостенко

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр.Науки 14

E-mail: anna.kuhir@nure.ua

Анотація: У статті розглянуті мініатюрні лінійні п'єзоелектричні двигуни. Приведені сфери використання п'єзодвигуна та прилади, які можуть бути створені на його основі. В ході роботи перелічені головні переваги двигуна та недоліки, які запропоновано вирішити зміною матеріалу одного з головних елементів приладу, а саме використовувати під час виготовлення ходового гвинта замість сталі сплав з магнію і наночастинок.

Ключові слова: двигуни, п'єзоелектричні двигуни, ходовий гвинт, сплав з магнію і наночастинок.

RESEARCH OF MINIATURE LINEAR PIEZOELECTRIC MOTORS

A. Kuhir, V. Pilipenko, S. Shostenko

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Naauky av.,14

Email: anna.kuhir@nure.ua, vladyslava.pylypenko@nure.ua, svitlana.shostenko@nure.ua

Anotations: Miniature linear piezoelectric motors are considered in the article. The scope of the piezoelectric motor and the devices that can be created on its basis are given. During the work the main advantages of the engine and the disadvantages that are proposed to be solved by changing the material of one of the main elements of the device, namely to use in the manufacture of a driving screw instead of steel alloy of magnesium and nanoparticles, are listed.

Key words: motors, piezoelectric motors, running screw, magnesium alloy and nanoparticles.

П'єзоелектричний двигун або п'єзомотор – це тип електродвигуна, заснований на зміні форми п'єзоелектричного матеріалу при додатку електричного поля. П'єзоелектричні двигуни використовують зворотний п'єзоелектричний ефект п'єзоелектричних датчиків, в яких деформація або вібрація п'єзоелектричного матеріалу викликає електричний заряд.

П'єзоелектричний двигун може бути виконаний як з п'єзомагнітних, так і з п'єзоелектричних матеріалів. Однак найбільш ефективними в даний час є п'єзоелектричні, а не п'єзомагнітні двигуни. П'єзоелектричний ефект спостерігається в анізотропних діелектриках, переважно в кристалах деяких речовин, що володіють певною, досить низькою симетрією. П'єзоэффектом можуть володіти кристали, що не мають центру симетрії, а мають

так звані полярні напрямки, а також деякі полікристалічні діелектрики з упорядкованою структурою, наприклад керамічні матеріали і полімери [1].

Діелектрики, в яких спостерігається п'єзоэффект, називають п'єзоелектриками. Зовнішні механічні сили, впливаючи в певних напрямках на п'єзоелектричний кристал, викликають в ньому не тільки механічні напруги і деформації, а й електричну поляризацію і, отже, поява на його поверхнях пов'язаних електричних зарядів різних знаків. При зміні напрямку механічних сил на протилежні, стають протилежними напрямки поляризації і знаки зарядів. Це явище називають прямим п'єзоэффектом. П'єзоэффект звернемо. При впливі на п'єзоелектрик, наприклад кристал, електричного поля відповідного напрямку в ньому виникають механічні напруги і деформації. При зміні напрямку електричного поля на протилежний відповідно змінюються на протилежне напрямки напружень і деформацій. Це явище отримало назву зворотного п'єзоэффекту (рис.1).

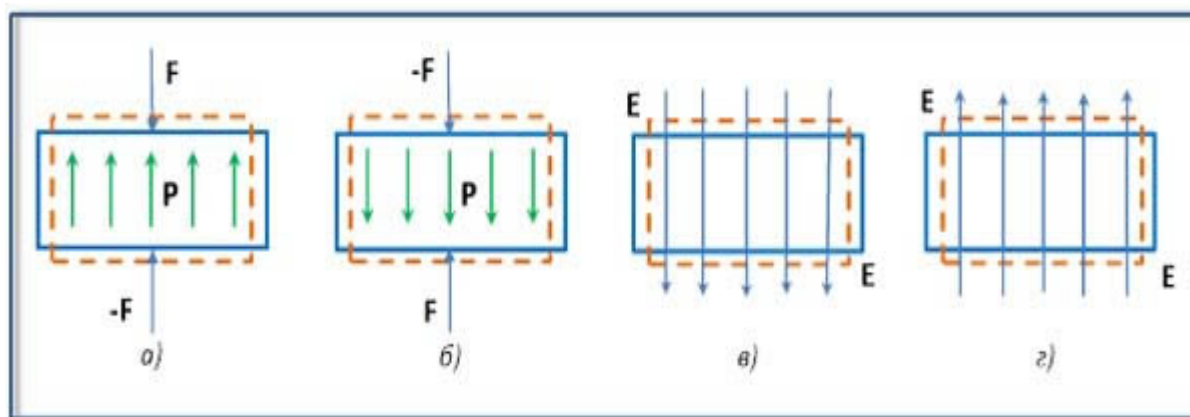


Рисунок 1 – Схематичні зображення прямого (а, б) і зворотного (в, г) п'єзоэффектів

Стрілками P і E зображені зовнішні впливи – механічна сила і напруженість електричного поля. Штриховими лініями показані контури п'єзоелектрика до зовнішнього впливу, суцільними лініями – контури деформації п'єзоелектрика; P – вектор поляризації [2].

Область застосування мініатюрних двигунів і приводів досить велика – це і приводи для вимірювальних пристроїв, таких як електронні та тунельні мікроскопи, приводи маніпуляторів різних складальних роботів, а також виконавчі механізми в технологічному обладнанні та побутової техніки. На основі п'єзоелектричних двигунів розробляють: приводи антен і камер спостереження, електробритви, електродрілі, приводи дитячих іграшок і рухомих протезів, стельові вентилятори, приводи роботів і т. д.

За сферою використання і застосування, можна звернути увагу, що розмір цього двигуна – є його основною перевагою. П'єзоприводи хоч і програють електромагнітним двигунам по потужності, але при розмірах менше 7 мм п'єзоелектричні двигуни більш ефективні, ніж електромагнітні.

П'єзоприводи практично безінерційні, забезпечують відмінну прийомистість, практично безшумні в звуковому діапазоні. Точність позиціонування може досягатися без використання датчиків положення – завдяки тому, що рух відбувається без прослизання (за умови, що навантаження на робочий гвинт знаходиться в робочих межах), і переміщення прямо пропорційно числу імпульсних сигналів, прикладених до пластин актуатора. П'єзоприводи мають практично необмежений термін служби, хіба що з часом за рахунок зносу гвинтової передачі може бути частково втрачена точність позиціонування. П'єзопривід може витримувати режим блокування руху за рахунок докладання зусиль гальмування, що перевершують зусилля тяги приводу. У цьому випадку буде відбуватися прослизання без руйнування гвинтової передачі [3].

В даний час вони досягли межі мініатюризації (рис.2). При подальшому зменшенні розмірів починає ускладнюватись процес складання, а також втрачається ефективність двигуна.



Рисунок 2 – Малогабаритний п'єзоелектричний двигун

Отже, для удосконалення системи нами було вирішено спробувати зменшити вагу двигуна, за рахунок зміни матеріалу виготовлення одного зі складових його елементів.

Принцип роботи такого двигуна полягає в подачі двофазних сигналів на пари п'єзоелектричних актуаторів, за рахунок чого створюються вібраційні коливання, які передаються в масу муфти (рис.3). Для більш ефективного перетворення електричної енергії в механічну актуатори працюють в резонансному режимі. Механічні коливання, що діють на кордоні двох робочих поверхонь муфти і гвинта, викликають появу сил здавлювання з поворотом. Результуюча сила забезпечує обертання гвинта щодо нерухомої основи – муфти.

При русі гвинта і відбувається перетворення обертального руху в лінійне переміщення. В залежності від зсуву фаз керуючих сигналів можна отримувати обертання гвинта як за годинниковою, так і проти годинникової стрілки [4].

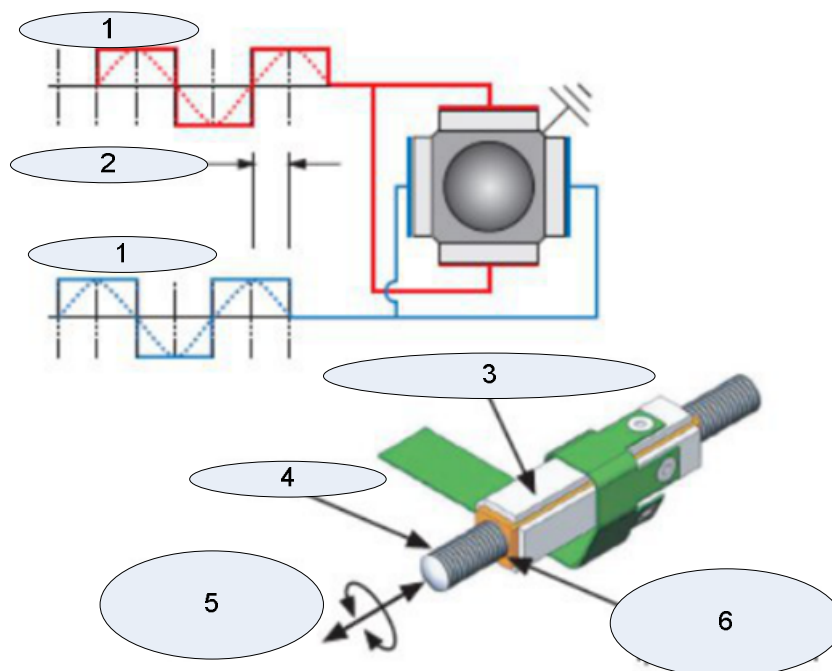


Рисунок 3 – Конструкція та принцип роботи п'єзоелектродвигуна

На рисунку 2 зображено:

- 1 – діаграми напруження;
- 2 – фазовий зсув;

- 3 – чотири пластини з п'єзокераміки;
- 4 – ходовий гвинт;
- 5 – обертальний та поступальний рухи;
- 6 – чотиригранна металева трубка з різбленнями.

Основою приводу є муфта прямокутного перетину з внутрішнім різбленням і ходовий гвинт. На гранях металевої муфти змонтовані п'єзокерамічні пластини актуаторів. Як матеріали гвинта і муфти використовуються немагнітні матеріали, такі як бронза, нержавіюча сталь, титан.

Для ходового гвинта особливе значення має матеріал його виготовлення. Він повинен бути зносостійким, не деформуватися при експлуатації і добре піддаватися обробці. З цією метою, як правило, використовують різні види сталі. Необхідним є повна відповідність обраної сталі перерахованим вимогам, що зазвичай викликає складність [5].

Щоб уникнути цієї проблеми пропонується замінити звичний матеріал виготовлення ходового гвинта на більш новий і підходящий. Для цього був обраний сплав магнію і наночастинок, розроблений вченими з Університету Каліфорнії в Лос-Анджелесів 2016 році (рис.4).

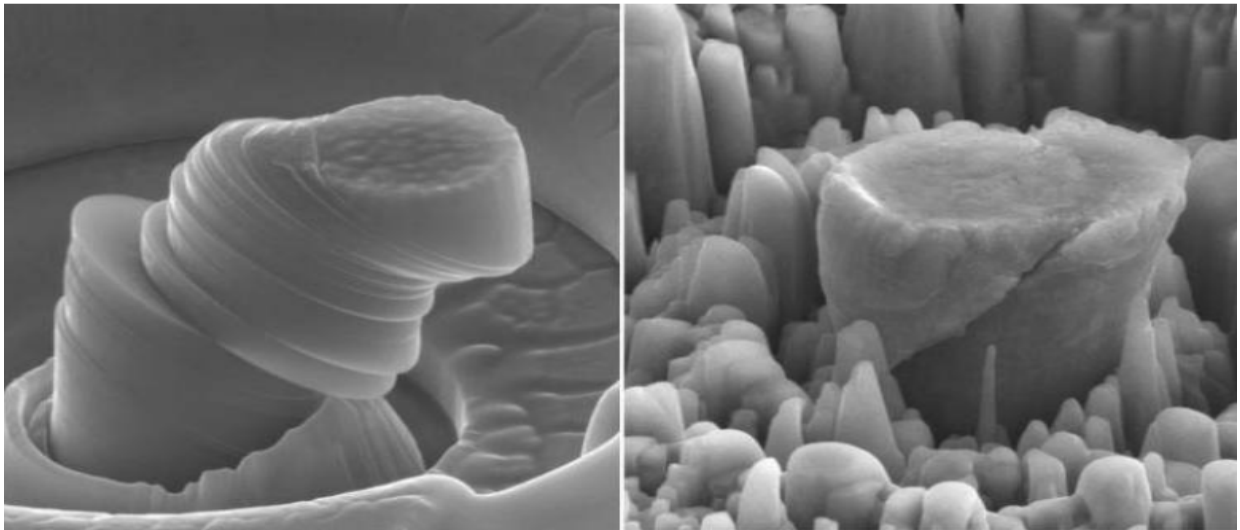


Рисунок 4 – Сплав магнію і наночастинок

Даний сплав був отриманий шляхом легування магнію з нановолокнами карбиду кремнію, що перетворило легкий гнучкий метал в жорсткий, міцний матеріал.

Вчені зуміли впровадити в сплав частки карбиду кремнію розміром менше ста нанометрів, причому основною складністю було рівномірно їх розподілити в сплаві. За даними дослідників, при підмішуванні наночастинок карбиду кремнію в магній і магнієві сплави вони притягуються один до одного, утворюючи зони з великим і малим скупченням кераміки.

При створенні сплаву дослідники змішували карбід кремнію і магнієво-цинковий сплав під високим тиском. В результаті всі керамічні наночастинок рівномірно розподілилися в ньому, а їх частка склала 14 відсотків. Одержаний матеріал виявився значно міцніший звичайних авіаційних сплавів і тільки набирає обертів у використанні.

Основними складовими елементами сплаву є магній і кремній, а при виготовленні була використана спеціальна технологія, яка полягає в розпилюванні карбідокремнієвих наночастинок в магнії.

Покладаючись на все перераховане вище, при використанні даного сплаву ми отримуємо цілий ряд переваг:

- висока температурна стійкість;
- значно міцніше інших сплавів;

- незначний за вагою;
- новий матеріал також легко переносить низькі температури – це ще один фактор, який може зробити новинку основним матеріалом для будівництва двигунів [6].

Таким чином, п'єзоелектричні двигуни мають ряд потенційних переваг: вони, як правило, невеликі і компактні, в порівнянні з їх потужністю, і забезпечують більшу силу і крутний момент, ніж, здавалося б, свідчать їх розміри. Окрім дуже позитивного співвідношення розміру та потужності, п'єзоелектричні двигуни мають високий крутний момент утримування, що підтримується при нульовій вхідній потужності, і вони пропонують низьку інерційність від своїх роторів, забезпечуючи швидкі характеристики запуску та зупинки. Крім того, на них не впливають електромагнітні поля, які можуть перешкоджати деяким іншим типам двигунів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пьезокерамические преобразователи: Методы измерения и расчет параметров. Справочник. /Под ред. А.В. Пугачева. - Л.: Судостроение, 1984. -256 с.
2. Лавриненко В.В., Карташев И.А., Вишневский В. С. Пьезоэлектрические двигатели. - М.: Энергия, 1980. - 110 с.
3. David H. StJohn, Ma Qian, Mark A. Easton, Peng Cao, and Hildebrand Grain refinement of magnesium alloys // Metallurgical and materials transactions. – Volume 36A, JULY 2005–1669
4. Головин Ю. И. Основы нанотехнологий / Головин Ю. И. – М. : Машиностроение, 2012. – 656 с.
5. Comments by University of California [Електронний ресурс] www.dailytechinfo.org/нанотехнологии/
6. Наноматериалы и нанотехнологии / [Богуслаев В. А., Качан А. Я., Калинина Н. Е. и др.] – Запорожье, АО «Мотор Сич». – 2014. – 208 с.

Науковий керувник: Чала Олена Олександрівна, асистент кафедри КІТАМ, Харківського національного університету радіоелектроніки

УДК 007.52

ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ

А. В. Кугір

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр.Науки 14

E-mail: anna.kuhir@nure.ua

Анотація: Розглянуто використання роботизованих систем в сферах людської діяльності. Проведено аналіз досліджень датчиків для управління роботом. Розглянута будова та принципи роботи сенсорних систем промислового робота. Зокрема, обговорюються нові розробки і тенденції в тактильних датчиках.

Ключові слова: сенсорні системи, датчики, сучасні дослідження, застосування сенсорних систем, промисловий робот.

RESEARCH OF MODERN INDUSTRIAL WORKING SENSOR SYSTEMS

A. Kuhir

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

Email: anna.kuhir@nure.ua

Anotations: The use of robotic systems in the fields of human activity is considered. An analysis of the studies of the sensors to control the robot. The structure and principle of operation of basic sensor systems of industrial robot are considered. In particular, new developments and trends in ultrasonic sensor systems and tactile sensors are discussed.

Key words: sensor systems, sensors, modern research, application of sensor systems, industrial robot.

В сучасному світі широко використовуються інформаційні технології, гаджети, електронні пристрої, нетрадиційні джерела енергії, що робить життя людини більш комфортним та є його невід'ємною часткою. Під впливом сучасних технологій відбулася революція використання роботів в багатьох сферах людської діяльності. Наприклад, роботи широко використовуються у фармацевтії та біотехнологіях, виробництві продуктів та напоїв, медичних дослідженнях, технологічному виробництві, животноводстві (на рисунку 1 надано тенденцію розвитку роботизованих систем за останні вісім років). Тобто індустрія виготовлення роботів займає одну з провідних позицій і для її розвитку потрібно постійно модернізувати технології виготовлення [1].

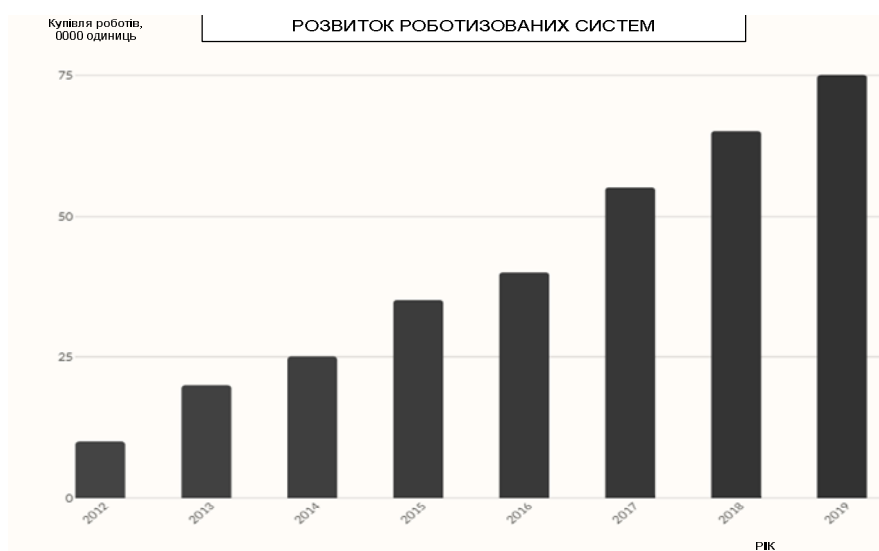


Рисунок 1 – Тенденція розвитку роботизованих систем

Щоб робот "бачив", використовують фотоелемент, який представляє собою найпростішу оптичну систему, яка дозволяє роботу вирішувати ситуації "так / ні" в межах його зору (принцип роботи фотоелемента представлений на рисунку 2). Наприклад, чи є конкретна частина обладнання в полі його зору чи ні, в разі наявності інструменту, світло буде відбиватися від цього предмета в фотоелектричний осередок робота. Після цього світлові хвилі перетворюються в електричний струм, який передається в мозок робота [2].

Щоб робот "відчував", використовують тактильні датчики для імітації дотику людини. Один тактильний датчик представляє собою простий перемикач, який переміщується з одного положення в інше, коли пальці робота торкаються твердого предмета. Перемикач може замикатися, коли палець торкається об'єкта, пропускаючи електричний струм в мозок.

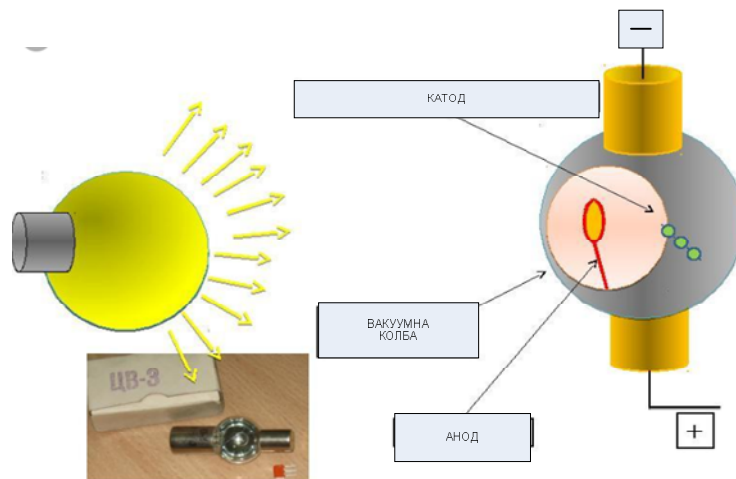


Рисунок 2 – Принцип роботи фотоелемента

Об'єднання декількох тактильних датчиків приводить до складнішої схеми відчуття дотику, отже, робот зможе оцінити розмір, форму і контури досліджуваного об'єкта [3]. Принцип будови тактильного датчика наведений на рисунку 3.



Рисунок 3 – Будова тактильного датчику

Оскільки надійність і керування функцією датчика мають вирішальне значення, особливо в додатках безпеки, тактильна система датчиків може бути оснащена ланцюгом відмови стійкості. Таким чином, можна контролювати роботу кожної окремої частини датчика. Крім того, система датчиків, яка використовується в якості датчика зіткнення, ефективно знижує ризик отримання травм завдяки використанню амортизувальних матеріалів корпусу і, таким чином, сприяє особистої безпеки. Використання міцних матеріалів забезпечує високу довговічність.

Що стосується положення робота, існує безліч різних видів датчиків положення, які використовуються в створених людиною системах управління.

Для точного вимірювання положення, наприклад, в автоматичних механічних вимірювальних приладах або верстатах-автоматах, загальноприйнятий цифровий вид вимірювань. Існує дві категорії пристроїв вимірювання положення робота.

До першої категорії відносяться пристрої, що вимірюють абсолютне положення по відношенню до постійної точки відліку. Друга категорія включає різні види обчислювальних пристроїв. Прилади першої категорії дають велику похибку при втраті однієї або більше значущих цифр відліку. Приладів другої категорії властива постійна втрата інформації. Ці недоліки можна усунути шляхом підстроювання нуля вимірювального приладу, оскільки абсолютну достовірність ніколи не можна гарантувати.

Щоб робот "чув", використовують датчик, що представляє собою простий мікрофон. Грунтуючись на підсилювачі потужності і електронному мікрофоні, його можна використовувати для визначення наявності звуку, що перевищує порогове значення. Поріг

можна відрегулювати за допомогою вбудованого потенціометра для настройки чутливості [4]. Схема датчика звуку представлена на рисунку 4.

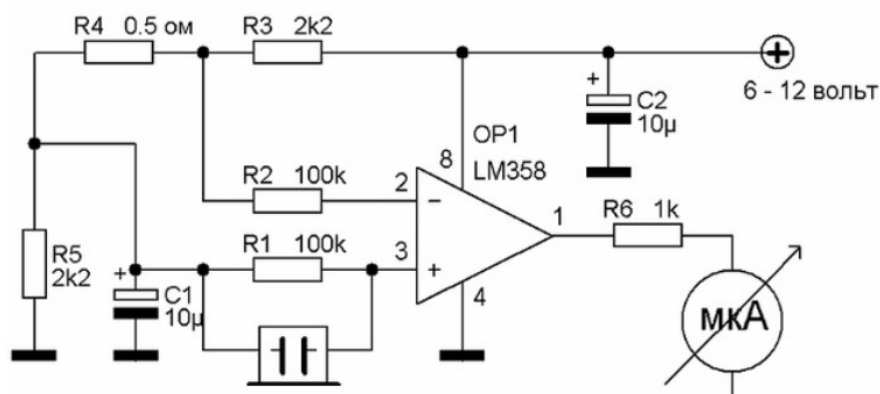


Рисунок 4 – Схема датчика звуку

Датчики нахилу використовується в роботах, де, відповідно, потрібно контролювати нахил для підтримки рівноваги і щоб уникнути перевероту моделі на нерівній поверхні (наприклад холми). Існують як з аналоговими, так і з цифровими інтерфейсами. Результат – значення градуса нахилу [5].

Найбільшою простотою конструкції відрізняються ємнісні тактильні датчики, що володіють високою чутливістю, просторовим дозволом і швидкодією, несприйнятливістю до перешкод і можливістю установки на пальцях робота будь-якої конструкції. Як правило, ємнісний датчик формується з тонких пластинок міді, що розташовуються шарами перпендикулярно один одному і розділених діелектриком. Під дією тиску змінюється його електрична ємність [6].

Останнім часом отримали розвиток тактильні датчики, засновані на зміні оптичних властивостей матеріалу під дією прикладеної до них сили. Інтерес до таких оптичних датчикам пояснюється їх високою чутливістю, стійкістю до електромагнітних полів, нейтральністю до впливів навколишнього середовища і можливістю урізноманітнити конструктивні рішення.

В оптичному тактильному датчику фірми JPL (Jet Propulsion Laboratory – Реактивна лабораторія, США) використовуються гнучка відображаюча мембрана, джерело інфрачервоного випромінювання, два світловода між джерелом і детектором. Інтенсивність відбитого світла прямо пропорційна силі, яка додається до гнучкої мембрани. Однак технологія виготовлення датчиків такого типу досить складна. Їх недоліком є значні розміри, особливо при великій кількості осередків у матриці [7]. Пропонується виготовити тактильний датчик, один шар якого буде містити світлодіоди, а інший фоторезистори. Це дозволить не тільки зменшити розміри датчиків, а й спростити технологію їх виготовлення.

До перспектив розвитку сенсорних систем промислових роботів можна віднести використання нових матеріалів і схем проектування, робототехніки почнуть відходити від звичних двигунів, шестіренок, замінюючи їх на штучні м'язи. Буде мінімізовано споживання енергії роботам завдяки оснащенню їх новими джерелами енергії. Роботи стануть міцнішими, їм буде простіше адаптуватися до змін в умовах рального світу і справлятися з випадковими нанесеними збитками. У перспективі в робот буде вбудовуватися система, яка дозволить швидко навчати його на основі обмежених даних. Якщо роботи хочуть увійти в людське середовище, їм потрібно буде навчитися спілкуватися з людьми. Соціальні роботи повинні будуть вміти сприймати дрібні соціальні сигнали, такі як вираз обличчя або інтонація, розуміти культурний і соціальний контекст, в якому вони працюють, і моделювати психічні стани людей, з якими взаємодіють, адаптуючи свої відносини в короткостроковій перспективі і проектуючи довгострокові відносини [8].

Таким чином, сенсорні системи роботів використовуються для отримання інформації про свій стан, розміщення і своє фізичне оточення. Зараз їх існує безліч: від датчиків механічних величин до систем технічного зору, вимірювачів температури, струму і напруги, інтенсивності світлового потоку, радіоактивних і магнітних полів, акустичних сенсорів та інших. Вибір тих чи інших датчиків залежить від середовища їх використання.

Роботів умовно можна розділити на два типи: локомоційні і маніпуляційні. Головне завдання перших - переміщатися самим і переміщати корисне навантаження або людини на значні відстані, як це роблять дрони, безпілотні автомобілі або катера. Основне завдання сенсорів в цьому випадку – визначати власне становище робота в просторі.

Завдання маніпуляційних роботів полягає в здійсненні різних операцій з об'єктами, наприклад, кінестетическое очувствление, яке дає таку інформацію, як почуття положення, руху і сили. Тобто потрібні датчики, які дозволяють визначити поточну конфігурацію і швидкості окремих частин робота, а також тактильні і сіломоментні сенсори.

ЛІТЕРАТУРА

1. Sensor Systems for Building a Robot [Електронний ресурс] /. - Електрон. текстові дан. - AZORobotics, 2017. - URL: <https://www.azorobotics.com/Article.aspx?ArticleID=83>, режим доступу вільний
2. Brooks R.A, Breazeal C, Marjanovic M, Scassellati B, Williamson M.M. The Cog Project: Building a Humanoid Robot. MIT Arti_cial Intelligence Lab. 1999.
3. Dario P, Laschi C, Guglielmelli E, et al. A human-like robotic manipulation system implementing human models of sensory-motor coordination.
4. Використання датчиків при розробці робота [Електронний ресурс] /. - Електрон. текстові дан. - Хабр, 2006 - 2019. - URL: <https://habr.com/ru/post/362039/>, режим доступу вільний
5. Сенсорні системи робота [Електронний ресурс] /. - Електрон. текстові дан. - IQ-Coaching.ru ~ Досягнення в науці та техніці 2010 - 2019. - URL: <http://www.iq-coaching.ru/vysokie-tehnologii/robototehnika/516.html>, режим доступу вільний
6. Гутников В.С., Соловьев А.Л. Измерительная схема для емкостных датчиков // Приборы и системы управления, 1991, №5, с.24.
7. Сенсоры в контрольно-измерительной технике. Автор: Таланчук П. М., С. П. Голубков, В. П. Маслов и др. Киев. Техника, 1991. -173 стр.
8. Адамов Д. Ю., Матвеев О. С. Нові технології для контролерів інтелектуальних датчиків // Датчики і системи, 2009. - № 9. - С. 50-51.

Науковий керівник: Чала Олена Олександрівна, асистент кафедри КІТАМ, Харківського національного університету радіоелектроніки

МАКЕТ З'ЄДНАННЯ І ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЗОРУ ДЛЯ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ НА БАЗІ RASPBERRY PI ТА МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ PYTHON

Я. О. Радченко

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14

E-mail: yakiv.radchenko@nure.ua

Анотація: В сьогоdnшній час робота сучасних мобільних роботів найчастіше пов'язана з постійним і активним переміщенням в динамічному оточенні.

У зв'язку з інтенсивною роботизацією кожної сфери обслуговування, наприклад, сервісних роботів для контакту з людьми, впровадження різних типів роботизації на виробництві, виникла серйозна необхідність створення таких роботів, які могли б не тільки вміти рухатися по заздалегідь визначеними маршрутами і виявляти перешкоди, але і класифікувати їх, щоб при необхідності гнучко та швидко підстроїтися під змінне оточення. Таке завдання реалізується на основі використання технічного зору. У даній роботі я пропоную розібратися з основними моментами реалізації технічного зору, наприкладі, використання міні-комп'ютера Raspberry Pi3 з мовою програмування Python 3.

Ключові слова: Роботизація, змінне оточення, мобільних роботів, технічного зору, міні-комп'ютера, Python 3.

MODEL CONNECTION AND SOFTWARE VISION CONTROL FOR MOBILE WORKS BASED ON RASPBERRY PI AND PYTHON PROGRAMMING LANGUAGES

Y. Radchenko

Kharkiv National University of Radioelectronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: yakiv.radchenko@nure.ua

Abstract: Nowadays, the work of modern mobile robots is often associated with the constant and active movement in a dynamic environment. Due to the intensive robotization of each service sector, for example, service robots for human contact, the introduction of various types of robots at work, there was a serious need to create such robots that could not only be able to navigate predetermined routes and identify obstacles, but and classify them to adapt flexibly and quickly to the changing environment when needed. Such a task is realized through the use of technical vision. In this paper, I propose to deal with the main points of the technical view, for example, the use of a Raspberry Pi3 mini-computer with Python 3 programming language.

Key words: robotization, changing environment, mobile robots, technical vision, mini-computers, Python 3.

В даний час широко поширений такий вид руху роботів, як їзда по лінії. Це широко використовується як на початковому рівні створення і впровадження в малі галузі промисловості та для тестингу, так і для великих підприємств, заводах які вже не перший рік користуються і щоденно використовують роботизовані системи для полегшення праці. AGV (Automatic Guided Vehicle) – роботи переміщуються по заздалегідь намальованих лініях, та здійснюють ту чи іншу операцію яка закладена в середині системи. При організації робото змагань – часто можна зустріти завдання, так чи інакше пов'язані з орієнтуванням по лініях. Головною інформацією за допомогою яких робот отримує дані, є інфрачервоні

датчики, які визначають різницю в контрасті лінії і навколишнього фону, і магнітні датчики, які використовуються в разі застосування магнітних ліній.

Але, як правило, завжди на виробництві існує безліч рухомих об'єктів, які потенційно можуть стати перешкодою для робота, тому робот завжди повинен не тільки отримувати інформацію про свій маршрут і рухомих об'єктах, але також повинен аналізувати оточення, щоб у разі потреби мати можливість швидко відреагувати на ситуацію, що виникла [1].

При розробці мобільних роботів потрібно враховувати, які завдання поставлені перед мобільним роботом, щоб підібрати необхідні сенсорні пристрої для їх вирішення. Так, наприклад, для вирішення завдання переміщення всередині робочої зони робот може бути оснащений лазерними сканерами і GPS-пристроями для визначення власного положення, тоді як для вирішення завдання локальної навігації мобільний робот може бути оснащений простими ультразвуковими або інфрачервоними датчиками по периметру [1].

Адже саме його комплектація та грамотне призначення для чого він потрібен є найважливішим фактором у визначенні того, чи буде ваш продукт корисний для покупця та надійний при використанні.

Методом дослідження буде слугувати міні-комп'ютер RASPBERRY PI3 з операційною системою GNU/LINUX, дистрибутив DEBIAN. Звісно ж програмною й найважливішою частиною для взаємодії і створення між мобільним роботом та навколишнім середовищем буде слугувати язык програмування PYTHON. Головним завданням буде – це реалізація системи контролю зору для мобільних роботів та їх головний принцип зв'язку.

Щоб досягнути реальної мети в розробці певної технології потрібно чітко розуміти, для чого буде розроблений цей продукт, та чи буде корисне дане введення для сучасного світу. Але до теперішнього часу немає досконалого та чіткого алгоритму розробки системи безконтактного руху мобільних роботів, щоб вони не робили свої помилки і могли без жадних перебоїв контактувати з динамічною середою, що ускладнює роботу у даному напрямі. Це, у свою чергу, породжує потребу в науковому дослідженні питань якості новітніх систем реалізації та впровадження в світ щось нового.

Для вирішення зазначеної вище проблеми на допомогу приходять системи технічного зору, що дозволяють роботу отримувати максимально повну інформацію про стан оточення навколо нього. По суті - система технічного зору є «очима» робота, здатними за допомогою камери оцифровувати навколишню область і надавати інформацію про фізичні характеристики об'єктів, що знаходяться в ній у вигляді даних о:

- розмірах
- розташування в просторі
- зовнішній вигляд (колір, стан поверхні і т.д.)
- маркування (розпізнавання логотипів, штрих-кодів і т.д.).

Одержані дані можуть бути використані для ідентифікації об'єктів, вимірювання їх будь-яких характеристик, а також управління ними.

В основі системи технічного зору лежить цифрова камера, яка знімає навколишній простір, потім отримані дані обробляються процесором з використанням певного алгоритму аналізу зображення для виділення з них і класифікації параметрів. На цьому етапі йде підготовка і висновок даних у вигляді, зручному до обробки контролером робота. Потім дані передаються безпосередньо на контролер робота, де ми їх можемо використовувати для управління роботом.

На рисунку нижче буде наведено приклад того, як система візирів на дорозі отримує інформацію та ініціалізує її (рис. 1).

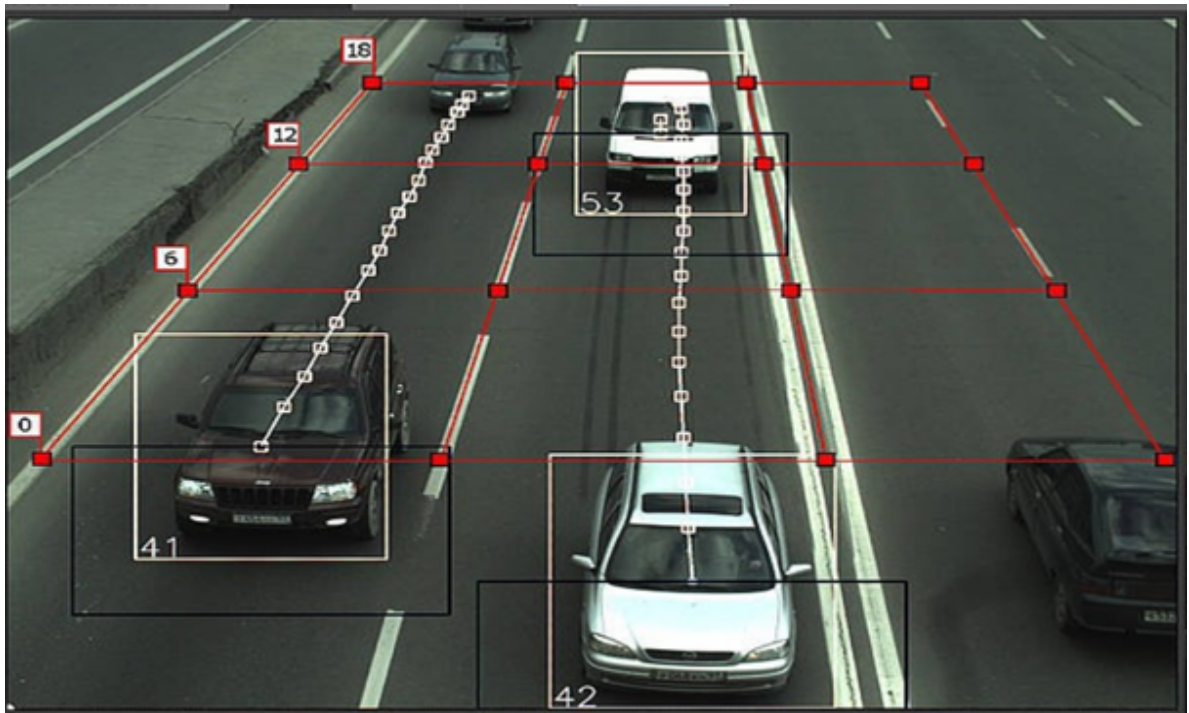
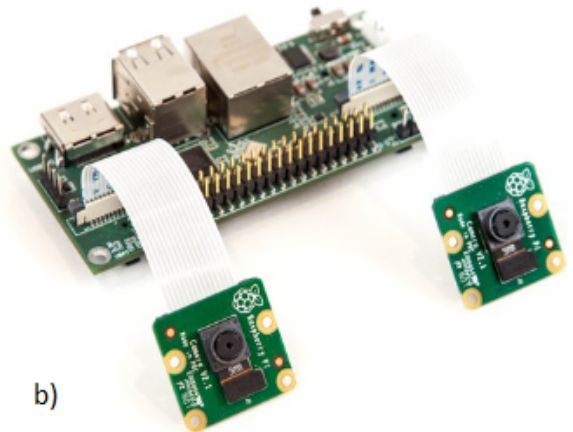


Рисунок 1 – Приклад системи розпізнання технічного зору об'єктів у певному діапазоні

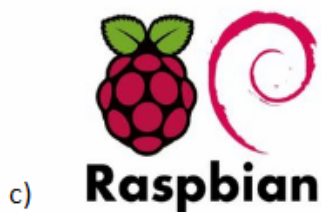
При розробці макета, буде використане додаткове технічне обладнання. STEREOPI – це стереоскопічна камера з відкритим кодом на основі RASPBERRY PI3. Він може захоплювати, зберігати, транслювати і обробляти в реальному часі стереоскопічне відео і зображення. STEREOPI відкриває безмежні можливості в галузі робототехніки, AR/VR, комп'ютерного зору, інструментів дронів. Технічне обладнання яке потрібне щоб реалізувати макет (рис. 2) [2]:



a)



b)



c)



d)

Рисунок 2 – Технічне обладнання, що використовуються при збірці макета

– RASPBERRY PI3 міні-комп'ютер, найважливіша частина для розробки макета та програмування всіх його частин (рис. 2,а). Данна модель дозволяє приєднання до нього зовнішніх пристроїв і управління ними за допомогою різних програмних пакетів (найбільш популярним є PYTHON). Різні датчики, світлодіоди, двигуни, реле та інші електронні компоненти можуть підключатися через GPIO контакти. Тому ми можемо істотно розширювати функціонал мікрокомп'ютера, створюючи з нього робочу станцію для кожного конкретного проекту;

– STEREOPI є платою-носієм для обчислювального модуля RASPBERRY PI і сумісна з усіма варіантами обчислювальних модулів: CM1, CM3 (рис. 2,б). Головна перевага цього носія – це відмінна підтримка PYTHON та тонни прикладу коду [2];

– з RASPBERRY PI в своїй основі STEREOPI, природно, використовує стандартний RASPBIAN. (рис. 2,с). RASPBIAN поставляється з встановленим програмним забезпеченням для освіти, програмування і загального користування. Він має Python, Scratch, Sonic Pi, Java і багато іншого;

– PYTHON, мова програмування в RASPBIAN для створення всієї програми та алгоритмів дій (рис. 2,д). Звичайно, RASPBIAN поставляється з PYTHON, а це значить, що почати розробку зі STEREOPI так само просто, як встановити PICAMERA, чистий інтерфейс PYTHON для модуля камери RASPBERRY PI, який підтримує стерео захват, наприклад:

```
from picamera import PiCamera
camera = PiCamera(stereo_mode = 'side-by-side', resolution = (1280,
                                                             720))

camera.capture('foo.jpg')
```

PICAMERA – це пакет надає чистий інтерфейс PYTHON для модуля камери RASPBERRY PI для PYTHON 2.7 (або вище).

Для використання алгоритмів комп'ютерного зору повинні не забувати о такій бібліотеці як: OPENCV (Open Source Computer Vision) – фактично, – це набір типів даних, функцій і класів для обробки зображень алгоритмами комп'ютерного зору. Реалізована на C/C++.

ПРОЦЕС ІНСТАЛЯЦІЇ ТА ВЗАЄМОДІЇ МІЖ ОБ'ЄКТАМИ. Ми вже знаємо, що будемо працювати з такою операційною системою як GNU/LINUX, на початку праці повинні оновити нашу ОС:

```
apt-get update
apt-get upgrade
```

Завантажимо OPENCV. Вилучимо архів zip-файл. При цьому буде створена директорія /usr/src/opencv-2.4.13.7

```
cd /usr/src
wget
https://github.com/opencv/opencv/archive/2.4.13.7.zip
unzip 2.4.13.7.zip
```

Далі створюємо всередині каталог <release>, переходимо в нього і налаштуємо проект.

```
cd opencv-2.4.13.7
mkdir release
cd release
cmake -D CMAKE_BUILD_TYPE=RELEASE -D
CMAKE_INSTALL_PREFIX=/usr/local ..
```

Якщо все закінчиться добре, ми отримаємо наступне повідомлення:

```
-- Configuring done
-- Generating done
-- Build files have written to: /usr/local/src/opencv-
2.4.13.7/release
```

Далі потрібно скомпілювати результат.

Після того як вдасться успішно скомпілювати OPENCV, робимо установку: <make install>. Як були інсталювані певні бібліотеки то ми можемо перейти до збірки нашого макету. Отже розроблений метод та взаємодію між нашою системою можна графічно показати у вигляді алгоритму представленому на рисунку 3.

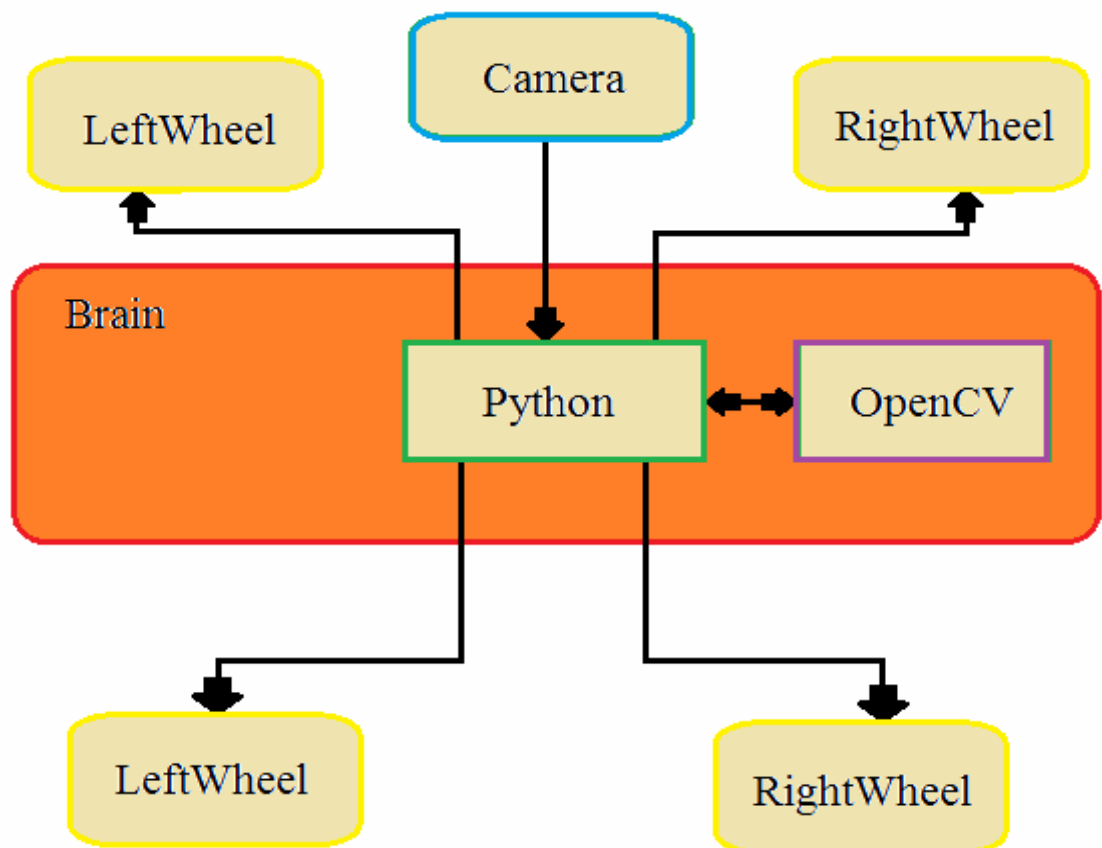


Рисунок 3 – Алгоритм взаємодії моделі

Як ми бачимо – «мозок» робота отримує зображення, розпізнає (за допомогою OPENCV) і передає керуючі команди на колеса. І замінивши зображення з камери на 3D зображення, а

управління колесами – на управління віртуальними колесами 3D робота у віртуальному світі – ми отримаємо макет для відпрацювання логіки.

Отримуємо, таку архітектуру для віртуального макета (рис. 4):

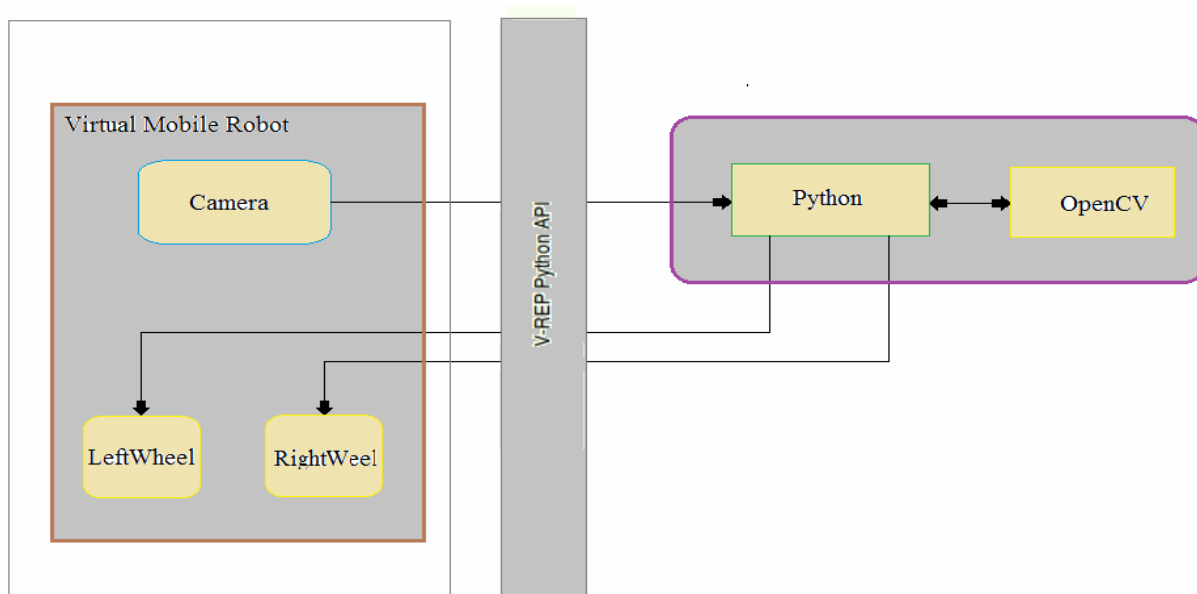


Рисунок 4 – Макет перетворення у 3D реальність

Необхідно вирішити задачу зв'язку V-REP із зовнішнім PYTHON скриптом, який виконує розпізнавання образів за допомогою OPENCV, і виводить маркер навколо знайденого об'єкта.

Виходить така архітектура (рис. 5):

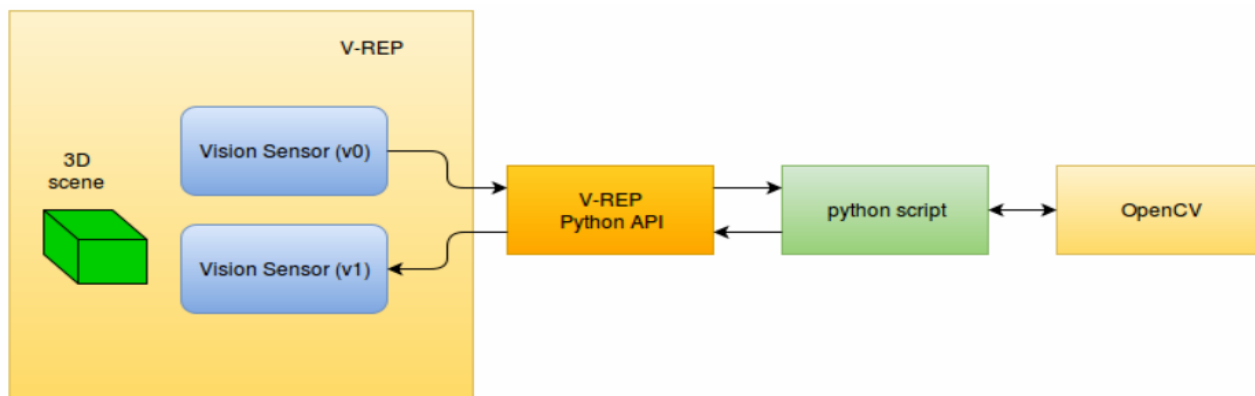


Рисунок 5 – Зв'язок між камерою спостереження та діями після обробки сигналу

Як ми бачимо, ми, знову прибігаємо до підключення внутрішніх різних систем для розробки нашого макету, на прикладі V-REP.

І так, що таке V-REP? – Це середовище для моделювання роботів. V-REP компанії Coppelia Robotics – один з найдосконаліших симуляторів на даний час. Програмний комплекс є кросплатформним і безкоштовним для використання в освітніх цілях. Симулятор складається з фізичного і графічного движка, що дозволяє досить комфортно працювати з програмою [4].

Наступним і остатнім кроком буде сама мова програмування PYTHON [5].

При запуску V-REP автоматично завантажується плагін який забезпечує зв'язок PYTHON API. Для роботи з API через PYTHON скрипт, необхідна наявність трьох файлів в папці:

- remoteApi.so (або remoteApi.dll)
- vrep.py
- vrepConst.py

Їх можна скопіювати з V-REP каталогу. Після цього можна імпортувати модуль V-REP:

```
import vrep
```

Найпростіший скрипт, що підключається до API, виглядає так:

```
import vrep
vrep.simxFinish(-1)
clientID = vrep.simxStart('127.0.0.1', 199997, True, True, 5000, 5)
if clientID != -1:
    print('Connected to remote API server')
    while (vrep.simxGetConnectionId(clientID) != - 1):
        print('some work')
else:
    print('Failed to connect to remote API server')
vrep.simxFinish(clientID)
```

На нашому макеті є два об'єкти – v0 і v1 – це VISUAL SENSOR з першого ми зчитуємо картинку, на другий ми повинні записувати результат. Тому ми повинні отримати ці об'єкти в контексті нашого PYTHON скрипта, робиться це за допомогою API команди vrep.simxGetObjectHandle:

```
res, v0 = vrep.simxGetObjectHandle(clientId, 'v0',
vrep.simx_opmode_one-shot_wait)
res, v1 = vrep.simxGetObjectHandle(clientId, 'v1',
vrep.simx_opmode_one-shot_wait)
```

РОЗРОБКА УЗАГАЛЬНЕНОГО АЛГОРИТМУ СТВОРЕННЯ ЕТАЛОННОГО ЗРАЗКУ.
Після виконання останнього кроку: завантаження програмного інтерфейсу для зв'язку з PYTHON API та імпортування модуля V-REP, ми отримали рішення задачі зв'язку V-REP із зовнішнім PYTHON скриптом, яка дозволяє користуватись програмою з комп'ютерних пристроїв, використовуючи повноцінний функціонал макета.

Грунтуючись на розробці реалізації задачі за допомогою PYTHON для досягнення мети дослідження, необхідно підвищення ефективності V-REP симулятора на етапах проектування або вдосконалення.

Тому потрібно розглянути питання для створення додаткового інструмента, в даному випадку еталонного зразка, для оцінки якості з програмної та ергономічної точок зору.

Цей алгоритм є основою для створення такого типу задач, звісно розроблений макет може доповнюватися ще більш цікавими бібліотеками та зовнішніми компонентами зв'язку.

В подальшій роботі можливо, за результатами аналізу наукових джерел або статей модернізувати, як програмну частину макета, щоб діапазон можливостей нашого робота був ще в декілька разів більше та розробити логіку для прийняття адекватних рішень при взаємодії з динамічним середовищем.

ЛІТЕРАТУРА

1. Володин Ю.С. Телевизионная система объемного зрения для управления движением мобильного робота: диссертация / Ю.С. Володин. – М. : Знания, 2011. – 209 с.
2. Сайт CROWDSUPPLY. An open source stereoscopic camera based on Raspberry Pi [Электронный ресурс]: Режим доступа : <https://www.crowdsupply.com/virt2real/stereopi>.
3. Сайт habr.com [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/473750/> – Назва з екрану.
4. [Электронный ресурс]: Режим доступа : http://www.count-zero.ru/2016/vrep_intro/.
5. Коробков А. Ф., Барасий В. В. Python та анализ кода //Научно-технический вестник информационных технологий. – 2002. – №. 6. – С. 153-155.

Науковий керівник: Євсєєв Владислав В'ячеславович, к.т.н., PhD, доц., професор кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки.

УДК 621.3.049.77

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОМЕТРІЇ ТОПОЛОГІЇ ПОВЕРХОНЬ ПІДКЛАДОК МОЕМС-ПЕРЕМИКАЧІВ

А. О. Андрійів, І. А. Деміров

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Украина, 61166, Харьков, пр. Науки 14

E-mail: oleksii.andriiv@nure.ua, ihor.demiroy@nure.ua

Анотація: У статті розглядаються методи дослідження геометрії топологій поверхонь підкладок МОЕМС–перемикачів для контролю якості виробів електронної техніки, МЕМС та МОЕМС для реалізації задачі технологічного забезпечення якості та для подальшого удосконалення на етапі готової продукції. За проведенням аналізом методів досліджень обирається метод неруйнівного контролю якості, а саме інтерференційний метод контролю

Ключевые слова: Ключові слова: якість, контроль, функціональні поверхні, електронна техніка, МЕМС, МОЕМС .

ANALYSIS OF METHODS AFTER THE GEOMETRY TOPOLOGISTER SURFACE LINING MOEMS- SWITCH

A. Andreev, I. Demirov

Kharkov National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkov, Ave. Nauki 14

E-mail: oleksii.andriiv@nure.ua, ihor.demiroy@nure.ua

Annotation: I have to look at the geometrical topology on top of the MOEMS – remix control panels on top of the electronic technology, MEMS and MEMS for the implementation of the technical control task for ready-to-use products. For carrying out the analysis of the method, the method of non-rudimentary control of the brightness, and the very interference method of control

Key words: control, functional surface, electronic technology, MEMS, MOEM.

Вивчення структурних характеристик матеріалів – одна з ключових задач стрімкого розвитку матеріалознавства, на основі якої базується процес створення нових та покращення

властивостей вже існуючих матеріалів, що використовуються в електронній техніці, МЕМС, МОЕМС та взагалі мікроелектроніці. Поряд з класичними контактними методами, які раніше були основними для визначення параметрів топологій мікроповерхонь, відносяться численні методи з області оптичної мікроскопії [1].

Особливо в МЕМС та МОЕМС факт того, що перемикання променя здійснюється без перетворення світло-електричний сигнал-світло накладає додаткові, чіткі обмеження та вимоги до якості функціональних поверхонь.

Геометрією топології поверхонь являється сукупність нерівностей поверхні з відносно малими кроками на базовій довжині, або все це можна назвати одним словом шорсткість.

Шорсткість поверхні при обробці компонентів залежить від багатьох технологічних факторів: режимів обробки (швидкості різання, подачі); геометрії (переднього і заднього кутів), матеріалу і якості поверхні інструменту; механічних властивостей, хімічного складу і структури матеріалу заготовок; складу змащувально-охолоджувальної рідини та ін.

Для отримання високого дозволу системи на основі мікродзеркал необхідне виконання наступних умов:

- малі значення статичного і динамічного викривлення дзеркала;
- високій коефіцієнт відбиття поверхні дзеркала.

При цьому максимальний дозвіл системи обмежується дифракцією її оптичних елементів[2].

Сучасні методи дослідження 3D-геометрії об'єктів (рис.1) можна розділити на два великих класи методи дослідження 3D-геометрії об'єктів – контактні (координатно-вимірювальні машини, щупові прилади, контактні профілометри) і безконтактні, серед яких найбільш поширеними є методи світлового перерізу, стереоскопічні, інтерференційні і растрові методи. До безконтактних методів належать також і фотограмметричні методи.

У зв'язку з малими розмірами підкладок та різноманітними фізико-хімічними властивостями матеріалів підкладок, для контролю параметрів, доцільно використовувати неруйнівні види контролю.

Методи оптичного неруйнівного контролю застосовують для виявлення мікронеоднородностей і шорсткості поверхні, для вимірювання товщини плівок.

В процедуру неруйнівного контролю, як правило, включені як мінімум 2 методи: один поверхневий і один об'ємний. Поверхневі методи більш прості у виконанні, тому їх проводять перед об'ємними, а об'ємні проводять при відсутності показань на неприпустимі дефекти за результатами поверхневих.

Такі прилади мають ряд переваг: незалежність результатів вимірювання від матеріалу об'єкта контролю, можливість зміщення контрольованого об'єкту в поле зору приладу, високою точністю, швидкодією, можливістю автоматизації.

Розрізняють три класи приладів для контролю топографії поверхонь і об'ємних поверхневих дефектів:

- прилади для контролю шорсткості поверхонь;
- прилади для контролю і виміру дефектів і мікрогеометрії (при цьому контролюються окремі дефекти у виробках і вимірюється глибина дефекту);
- прилади для контролю площинності високоякісних поверхонь і вимірювання товщини прозорих плівок (цими приладами виявляються дефекти типу однорідного вигину, завалів, складного вигину (викривлення), зколів та виколів).

Згідно [3] неруйнівний контроль (НК) поділяють на дев'ять видів:

- магнітний;
- електричний;
- вихрострумний;
- радіохвильовий;
- тепловий;
- оптичний;

- радіаційний;
- акустичний;
- з проникаючими речовинами.

Кожний вид неруйнівного контролю здійснюють методами, які класифікують за наступними ознаками:

- характером взаємодії фізичних полів або речовин з контрольованим об'єктом;
- первинними інформативними параметрами;
- способом отримання первинної інформації;

Вибір методу неруйнівного контролю залежить від параметрів контрольованого об'єкту та його умов дослідження. Методи дослідження 3D-геометрії об'єктів представлено на рис 1.

Для якісної оцінки шорсткості в цілому використовується близько 30 параметрів. Однак, як правило, число таких параметрів зведено до шести. Їх поділяють на дві групи – вертикальні (їх називають також висотні) і горизонтальні (крокові).

До першої відносяться середнє арифметичне відхилення профілю R_a , висота нерівностей профілю по десяти точках R_z і найбільша висота нерівностей профілю R_{max} : до другої – середній крок нерівностей.

Для досягнення якості обробки поверхонь підкладок необхідно технологічно забезпечити і контролювати нерівності поверхні. Інформація про якість поверхонь може бути отримана на основі застосування наступних оптичних методів неруйнівного контролю:

- метод світлового перерізу;
- растровий метод;
- інтерференційний метод .

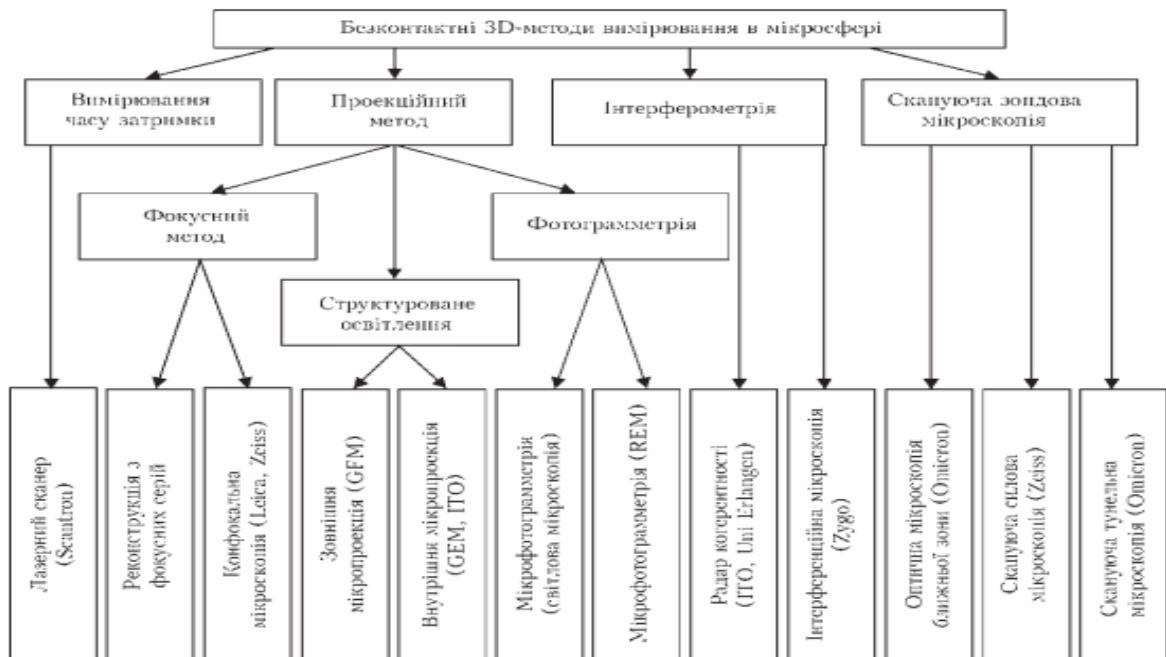


Рисунок 1 – Методи дослідження 3D-геометрії об'єктів[4]

Інтерференційний метод.

Сучасна інтерференційна профілометрія широко застосовується в метрології, промисловості і наукових дослідженнях. Інтерференційні методи дають можливість вимірювати рельєф поверхонь з роздільною здатністю менше 0,2 мкм, похибкою менше 0,1 мкм і високою продуктивністю (більше 100 точок вимірювання в секунду) [5].

Широке застосування нанотехнологій і наноматеріалів в світовому та вітчизняному промисловому виробництві, постійно зростаючі вимоги до контролю якості промислових

виробів машинобудування, електроніки і точної механіки роблять оптичну низькокогерентну інтерферометрію одним із найбільш перспективних напрямків сучасного приладобудування [6].

У інтерференційних засобах вимірювання шорсткості поверхні використовується інтерференція двох або більшого числа когерентних пучків променів (що вийшли з однієї точки джерела світла, що мають однакове напрямок коливань, однакові частоти і постійну різницю фаз). Інтерферометр зображено на рисунку 2.



Рисунок 2 – Інтерферометр

Результуючі інтерференційні смуги дають інформацію про різницю в оптичних довжин шляху. В аналітичній науці інтерферометри використовуються для вимірювання довжини і форми оптичних компонент з точністю до нанометра; вони є найточнішими приладами для вимірювання довжин. У Фур'є-спектроскопії вони використовуються для аналізу світла, яке містить особливості спектрів поглинання або випромінювання, пов'язані з речовиною або сумішшю. Астрономічний інтерферометр складається з двох або більше окремих телескопів, які об'єднують свої сигнали, пропонуючи дозвіл, еквівалентне вирішенню телескопа діаметром, рівним найбільшій відстані [7].

Одним із найпоширеніших методів інтерферометрії, а також на основі цього метода був створений інтерферометр на рисунку 2, являється метод Релея. Принцип дії метода зображено на рисунку 3 [8].

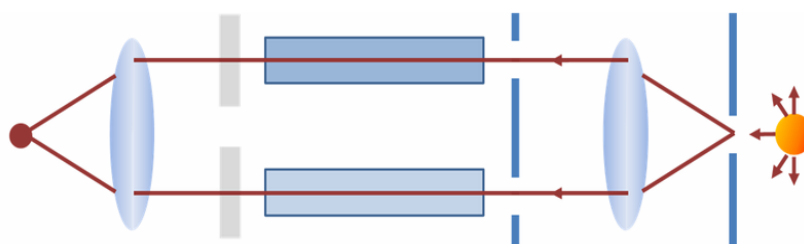


Рисунок 3 – Інтерферометр Релея

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аналіз сучасних методів визначення структури та топології поверхонь матеріалів / О.Ю. Повстяной, В.Д. Рудь, Ю.А. Мельник, Н.Ю. Імбірович // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. - 2014. - № 2. —\ - С. 37-42.

2. Кожан В. П., Корній В. В., Русин Б. П. Реконструкція форми поверхні матеріалів за їх зображеннями // Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка». «Автоматика, вимірювання та керування». – 2005. – № 530. – С. 116–120.

3. Степаненко В. А. Метод та практичне застосування сте-реоскопічної фрактографії // Металознавство та обробка металів. – 1995. – № 1 – С.51–54. 9. Serra J. Image Analysis and Mathematical Morphology. – London: Academic Press., 1992. – P. 329.

4. MEMS in Optical Networks [Electronic resource] www.allaboutmems.com Режим доступу: <http://www.allaboutmems.com/memsapplications-optical.html>. Title screen.2.

5. Технологічні фактори виробництва, що впливають на якість покриттів дзеркальних поверхонь МОЕМС-перемикачів / О. І. Филипенко, О. О. Чала, М. І. Відешин // Наукові нотатки. - 2017. - Вип. 57. - С. 178-183.

6. И.Ш. Невлюдов, А.А. Андрусевич., М.А. Омаров, И.Д. Перепелица . Автоматизированный контроль шероховатости функциональной поверхности подложек приборов электронной техники. Навчальний посібник. Київ-58, пр. Космонавта Комарова, 1, 2014. – 156 с.

7. Чалая Е.А. Втрата в оптичних мікродзеркалах [Текст]: Матеріали 19-го Міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка та молодь в ХХІ сторіччі», Міжнародна конференція «Автоматизовані системи та комп'ютеризовані технології радіоелектронного приладобудування», Том 2, 20-22 квітня, 2015 року, Харків, Україна.

8. Тимчик Г.С., Філіппова М.В., Маркін М.О. Технологія оптичного виробництва. Навчальний посібник для студентів ВНЗ / Під заг. ред. Г. С. Тимчика – К.: НТУУ «КПІ», 2016. - 168 с.

Науковий керівник: Чала Олена Олександрівна, асистент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки.

УДК 004.042

КОМПОНЕНТИ WEB-СИСТЕМИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ БАНКА ВІРТУАЛЬНИХ ВАЛЮТ

Т. О. Бабак

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: tetiana.babak@nure.ua

Анотація: Роботу присвячено вивченню аспектів діяльності банку. Проведено аналіз існуючих систем автоматизації роботи з віртуальними валютами. Визначено інформативні фактори, що істотно впливають на роботу системи.

Ключові слова: автоматизація, банківська система, програмні засоби, технології.

COMPONENTS OF THE WEB SYSTEM FOR AUTOMATION OF THE BANK OF VIRTUAL CURRENCIES

T. Babak

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: tetiana.babak@nure.ua

Annotation: The work is dedicated to studying bank's activities aspects. The analysis of existing systems of automation of working with virtual currencies has been carried out. The informative factors essential to the system's performance have been determined.

Key words: automation, banking system, software, technologys.

ВСТУП. Управління банківськими рахунками через Інтернет, або по-іншому інтернет-банкінг, є найбільш динамічним і представницьким напрямом фінансових інтернет-рішень, в силу найбільш широкого спектра фінансових послуг, представлених в системах інтернет-банкінгу. Подібні системи можуть бути основою систем дистанційної роботи на ринку цінних паперів і віддаленого страхування, тому що вони забезпечують проведення розрахунків і контроль над ними з боку всіх учасників фінансових відносин.

Сьогодні за допомогою систем інтернет-банкінгу можна купувати і продавати безготівкову валюту, оплачувати комунальні послуги, платити за доступ в Інтернет, оплачувати рахунки, проводити безготівкові внутрішньо та між банківські платежі, переводити кошти за своїми рахунками, і, звичайно, відслідковувати всі банківські операції по своїх рахунках за будь-який проміжок часу.

Використання систем інтернет-банкінгу дає ряд переваг: по-перше, істотно економиться час за рахунок виключення необхідності відвідувати банк особисто, по-друге клієнт має можливість 24 години на добу контролювати власні рахунки і миттєво відреагувати на ці зміни. Системи інтернет-банкінгу незамінні і для відстеження операцій з пластиковими картами – будь-яке списання коштів з карткового рахунку оперативно відображається у виписках по рахунках, підготовлених системами, що так само сприяє підвищенню контролю з боку клієнта за своїми операціями.

Інтернет-банкінг як один із напрямів банківської справи має великий потенціал для подальшого розвитку і широкі перспективи. З огляду на стрімкий розвиток високотехнологічних банківських продуктів нового покоління, я вважаю закономірними плани розвивати інтернет-банкінг як віртуальний фінансовий супермаркет банківських продуктів для фізичних і юридичних осіб.

Розробка веб-орієнтованої системи управління та контролю операцій банківських рахунків дозволяє автоматизувати основні банківські функції, а саме :

- створення нового рахунку в існуючій валюті;
- відстеження стану рахунків;
- переказ грошей на заданий рахунок;
- переказ грошей між власними рахунками;
- переказ грошей між власними різними валютами з конвертацією;
- відправлення запиту іншому користувачу с проханням переказу заданої суми;
- підтвердження або відхилення вхідних запитів на переказ;
- пошук клієнтів за заданими параметрами;
- відстеження історії проведених транзакцій;
- інформування користувача на електронну адресу про результат операцій;
- блокування власних рахунків.

Під автоматизованою банківською системою мається на увазі комплекс апаратно-програмних засобів, які реалізують мультивалютну інформаційну систему, що забезпечує сучасні фінансові та управлінські технології в режимі реального часу при транзакційній обробці даних.

Для забезпечення комплексності автоматизації банківської діяльності потрібно ряд важливих програмних засобів, що дозволяють оцінити стан банку на будь-який момент часу, вести швидкісний обмін інформацією зі своїми філіями та відділеннями, а також з іншими банками, здійснювати рознесення сум по кореспондентським рахункам, їх обробку та інші функції.

Важливо врахувати, що банківська система – це не тільки банки, а й кредитні установи (тобто всі економічні організації, які виконують банківські операції), а також спеціалізовані організації, які не здійснюють банківських операцій, але забезпечують діяльність банків і кредитних установ (розрахунково-касові центри і клірингові центри, кредитні магазини, фірми з аудиту банків і т.д.).

Для своєчасної та якісної переробки все зростаючих обсягів інформації, що надходить в банки потрібно застосування все більш досконалих технічних і програмних засобів. Поглиблення процесу автоматизації функціонування банківських і інших фінансових структур супроводжується вдосконаленням технології банківських операцій і підвищенням рівнів їхньої керованості. Сучасні інформаційні технології дозволяють координувати діяльність підрозділів банків, розширити міжбанківські зв'язку, комплексно вирішувати проблеми аналізу банківської діяльності [1]. Автоматизація інформаційних і інших технологій банку сприяють поліпшенню якості обслуговування шляхом створення автоматизованих робочих місць для фахівців всіх рівнів. В автоматизації банківських технологій знаходять місце як прості програмні продукти, що дозволяють заповнювати тільки кілька вихідних форм для звітності, так і досить інтелектуальні комплекси, які вирішують завдання управління банком. У першому випадку це традиційні системи управління базами даних, у другому – адаптуються західні комплекси, які є останнім досягненням світової банківської думки.

Створення нової технології окрім загальносистемних принципів вимагає врахування особливостей структури банківських систем і специфіки банківської діяльності. Перш за все, – це значна складність організаційної взаємодії, яка викликає необхідність створення багаторівневих, ієрархічних систем (головний банк, його філії, обмінні пункти) зі складними інформаційними зв'язками прямого і зворотного напрямку. В основу нової інформаційної технології закладається мережева архітектура та формування на їх базі взаємопов'язаних спеціалізованих автоматизованих робочих місць.

Важливим аспектом діяльності сучасного комерційного банку є валютні операції, зокрема, операції з готівковою валютою. В даний час в країні функціонує величезна кількість пунктів обміну валют, пропозицію вже перевищує попит, через що рентабельність операцій з готівковою валютою знижується [2].

Одне із завдань комерційних банків, пов'язаних з обмінними пунктами – це концентрація зусиль на рішення послуг різного роду і підвищення ефективності цих послуг, зменшення кількості паперових документів, що заповнюються в ручну, збільшення клієнтури. Для ефективного вирішення цих завдань необхідна автоматизація основних операцій, вироблених в обмінних пунктах валют, тобто створення автоматизованого робочого місця валютного касира.

Оскільки попит на автоматизацію банківських систем досить високий багато великих компаній-виробників комп'ютерної техніки і програмного забезпечення пропонують на ринку свої розробки в даній області [3]. Перед відділом автоматизації банку постає важке запитання вибору оптимального рішення. Банківська сфера визначає дві основні вимоги до автоматизації банківської системи - забезпечення надійності і безпеки передачі комерційної інформації. Останнім часом для взаємодії з клієнтами і здійснення розрахунків все частіше використовуються відкриті глобальні мережі, наприклад, Internet. Остання обставина ще більш посилює значимість захисту переданих даних від несанкціонованого доступу.

Вибір банками тих чи інших систем автоматизації пов'язаний із співвідношенням ціна – надійність – продуктивність. Для великих банків фактор ціни не має вирішального значення. Великі банки, що мають різномірний комп'ютерний парк, вирішують проблему власної мережної інтеграції. Проблема ускладнюється при необхідності підтримувати високошвидкісний обмін даними між філіями, з клієнтами, з іншими банками. У зв'язку з цим банкам доводиться планувати не тільки технічне оснащення, а й всю системну інфраструктуру інформаційної технології.

Під інфраструктурою розуміється сукупність, співвідношення і змістовне наповнення окремих складових процесу автоматизації банківських технологій.

В інфраструктурі, крім концептуальних підходів, слід виділити п'ять складових: інформаційне забезпечення, технічне оснащення, програмні засоби, системи зв'язку і комунікації, системи зв'язку, захисту та надійності.

Орієнтація на автоматизацію всієї діяльності банків означає поступовий еволюційний перехід від більш простих програмно-апаратних засобів до більш складним з відповідним нарощуванням технічного, технологічного, кадрового потенціалів з одночасним розширенням сфер використання банківського капіталу.

Судячи з усього, найближчим часом темпи розвитку автоматизації банківської системи будуть стрімко рости. Практично всі мережні технології, що з'явилися будуть швидко братися банками на озброєння. Неминучі процеси інтеграції банків в рамках національних і світових банківських співтовариств. Це забезпечить постійне зростання якості банківських послуг, від якого виграють, у кінцевому рахунку, всі – і банки і їхні клієнти.

ЛІТЕРАТУРА

1. Балдін К.В., Уткін В.Б. Інформаційні системи в економіці: Підручник. М.: Видавничо-торгова корпорація «Дашков і Ко», 2008. —315 с
2. Барановська Т.П., Лойко В.І., Семенов М.І., Трубілін А.І. Інформаційні системи і технології в економіці: Підручник. М.: Фінанси і статистика, 2005. —378 с
3. Титоренко Г.А. Автоматизовані інформаційні технології в банківській діяльності. М.: Фінстатинформ, 1997.—412 с

Науковий керівник: Хрустальов Кирило Львович, к.т.н., доцент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки

УДК 65.011.56

ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

М.Ю. Білоус, В.І. Павленко

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: maryna.bilous@nure.ua, vitalii.pavlenko@nure.ua

Анотація: в статті розглянуті основні функції та критерії управління; показники ефективності; фактори, що впливають на процес управління. В результаті проведеного аналізу визначені особливості автоматизації технологічних процесів; визначено основні завдання автоматизації та важливість в сучасності. Наведено приклади деяких автоматичних пристроїв, та основні параметри в них.

Ключові слова: автоматизація, процес, системи, параметри, сигнали.

FEATURES OF AUTOMATED CONTROL OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

M.Y. Bilous, V.I. Pavlenko

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.14

E-mail: maryna.bilous@nure.ua, vitalii.pavlenko@nure.ua

Anotations: the article provides information about the automation of technological processes, its tasks and importance in our time. Examples of some automatic device, and the main parameters in these automatically devices. The basic safety rules for the use of technological processes are given.

Keywords: automation, process, systems, parameters, signals.

Майбутній прогрес буде прямо залежати від масового використання комп'ютерів в автоматизації та управлінні, а також швидкою інтеграцією окремих функцій, таких як контроль, моніторинг, оптимізація процесів, технічне обслуговування, діагностика, а також витрати і фінанси. З кожним днем важливість автоматизації зростає в геометричній прогресії, тому прогрес не стоїть на місці. Автоматизація технологічних процесів – етап комплексної механізації, що характеризується звільненням людини від безпосереднього виконання функцій управління технологічними процесами (ТП) і передачею цих функцій автоматичним пристроям [1]. При автоматизації ТП отримання, перетворення, передача і використання енергії, матеріалів та інформації виконуються автоматично за допомогою спеціальних технічних засобів і систем управління.

На теперішній час автоматизація настільки широко застосовується, що неможливо уявити ні одну галузь людської діяльності без автоматизації, тому, тема статті є актуальною.

Розглянемо більш детально процес автоматизації теплових процесів.

Автоматизація технологічних процесів – це використання енергії неживої природи в ТП або його складових частинах для їх виконання і керування ними без безпосередньої участі людей, що здійснюється з метою зменшення трудових затрат, покращення умов виробництва, підвищення обсягів випуску та якості продукції.

Продуктивність автоматизації оцінюється показниками (критеріями), які характеризують функціонування об'єкта управління в цілому, в залежності від контролю та впливів, що є шкідливими.

Показники ефективності можуть бути мінімальним критерієм якості перехідного процесу [2]: мінімальним енергоспоживанням на одиницю готового продукту; мінімальними витратами на виробництво; максимальним прибутком; максимальною продуктивністю; максимальним виходом цільового продукту і т. д.

Метою управління системою, наприклад, стабілізації є підтримання постійного рівня з необхідною точністю того чи іншого технологічного параметра. Автоматизовані стабілізуючі системи (АСС) зазвичай автоматизують прості допоміжні процеси з урахуванням ефективності основного процесу [3].

Через безліч факторів, що впливають на процес, досить складно, а іноді і неможливо, одночасно досягти ефективності технологічної установки в усіх відношеннях шляхом стабілізації процесів. Тому весь процес ділиться на окремі секції, які характеризуються відносно невеликою кількістю змінних параметрів. Зазвичай ці області збігаються з завершеними технологічними фазами, для яких формуються їх завдання, які є частиною загальної задачі управління процесом в цілому.

Завдання управління окремими етапами зазвичай спрямовані на оптимізацію технологічних параметрів або критеріїв управління, які можна легко розрахувати за відомим робочим параметрам.

Основними автоматичними пристроями, що визначають технологічний режим процесу, є регулятори. Тому спочатку необхідно вибрати параметри для регулювання, а також канали для введення регулюючих впливів, а потім приступити до вибору інших параметрів.

Цей процес може бути глибоко вивчений тільки для того, щоб вибрати параметри технологічного процесу, що підлягає регулюванню, і змінити відповідний для введення регулюючих впливів. У той же час вони визначають мету процесу, його зв'язок з іншими виробничими процесами, вибирають показник ефективності і знаходять статичні та динамічні моделі технологічних об'єктів. Потім вони аналізують ймовірність впливів ,які збурюють об'єкт , і можливість їх усунення, перш ніж впливати на регульований параметр.

Особливу увагу слід приділити стабілізації вхідних параметрів, оскільки при їх зміні в об'єкті виникають найсильніші збурення.

Як правило, не всі заважають фактори можуть бути усунені до того, як вони потраплять в об'єкт управління. Дуже важливо прогнозувати і, при необхідності, усувати внутрішні перешкоди. Крім того, не всі вхідні координати можна стабілізувати, так як більшість з них визначаються технологічним режимом попереднього або наступного процесу.

Вибір нормативних і регульованих значень, а також каналів управління заснований на використанні статичних і динамічних властивостей об'єкта. У разі статичних характеристик можна оцінити ступінь впливу одних параметрів на інші. Динамічні характеристики сприяють вибору каналів, за якими регулюючий вплив є найефективнішим.

Для вибору параметрів керування необхідно керуватися тим, що при їх мінімальній кількості надається найбільш повний обсяг інформації про процес.

Параметри, які необхідно знати для виконання пускових робіт, налагодження та проведення технологічного процесу, підлягають контролю. До таких параметрів належать усі регульовані параметри, нерегульовані режимні параметри та вхідні координати, у разі зміни яких до об'єкта можуть надходити збурюючі величини.

Для оперативного управління процесом необхідно контролювати найбільш важливі вихідні параметри процесу. Для отримання даних, необхідних для обліку витрат і техніко-економічних показників, необхідно контролювати кількість витраченої енергії, палива, тепла, теплоносія й інших витрат енергії та матеріалів [4].

Розглянемо процес одноконтурного регулювання.

Регульована величина – температура продукту на виході з теплообмінника. Регулюючою може бути витрата теплоносія або продукту.

Регулювання температури T_n (рис. 1) шляхом зміни витрати теплоносія використовують, коли теплообмінник має порівняно мале запізнення, а до якості перехідного процесу не висувається жорстких вимог [5].

Якщо тиск теплоносія змінюється істотно або з якихось причин вплинути на зміну теплоносія неможливо (наприклад, в утилізаторах), а також при великому часі чистого запізнення теплообмінника, використовують метод байпасного перетікання продукту.

Витрата теплоносія може підтримуватись на одному рівні за допомогою стабілізуючої системи. Якщо на витрату продукту F_n не накладається обмежень за його зміною, то для ефективного керування процесом доцільно стабілізувати ці витрати перед входом в теплообмінник або регулювати температуру безпосередньо зміною витрати F_n .

Схеми регулювання температурною зміною витрати продукту в байпасному трубопроводі наведені на рис. 2, а, б [5].

Схеми регулювання температурою в разі дії на витрати продукту наведені на рис. 3, а, б [5].

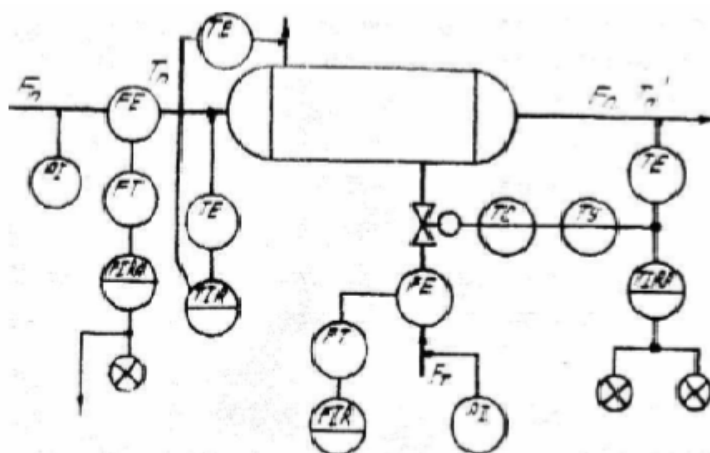
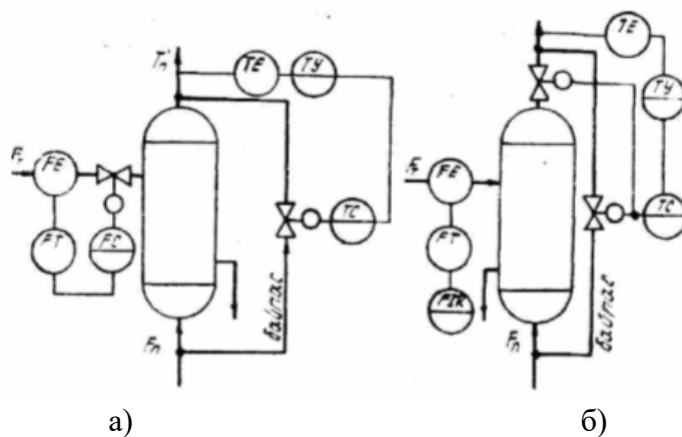


Рисунок 1 – Функціональна схема автоматизації теплообмінника



а) регулювання за допомогою одного клапана; б) регулювання за допомогою двох клапанів
 Рисунок 2 – Схема регулювання температурною зміною витрати продукту в байпасному трубопроводі

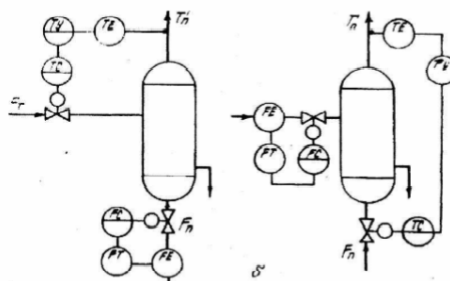


Рисунок 3 – Схеми регулювання температурою в разі дії на витрати продукту

Розглянемо ключові функції автоматизованих систем управління ТП, які підрозділяються на керуючі, інформаційні та допоміжні.

Для виконання функцій автоматизованими системами управління ТП необхідна взаємодія її складових частин:

- технічного, програмного;
- інформаційного та організаційного забезпечення;
- оперативного персоналу.

Розглянемо критерії управління до них можна віднести:

– техніко-економічний показник (наприклад, собівартість вихідного продукту при заданій його якості; продуктивність технологічний об'єкт управління (ТОУ) при заданій якості вихідного продукту і т.п.);

– технічний показник (наприклад, параметри процесу, характеристики вихідного продукту).

Проаналізувавши сучасні автоматизовані системи управління ТП виявлено, що складністю таких систем є те, що вона включає велику кількість різних технічних засобів, персонал і т. д, але такі системи є багатофункціональними, бо можуть виконувати ряд різноманітних функцій.

Одним з критеріїв ефективного функціонування автоматизованих систем управління ТП є надійність, тобто це безвідмовність і ремонтпригодність систем. Саме підвищення надійності збільшує ефективність таких систем, але вимагає додаткових витрат, що знижують ефект – це перша особливість автоматизованих систем управління.

Виявлено, що особливістю автоматизованих систем управління ТП – система безпосередньо взаємодіє з технологічним процесом, тобто є системою найнижчого рівня управління.

Управління технологічним процесом може здійснюватися на рівні агрегату або ділянки, цеху, чи навіть корпусу виробництва підприємства, тобто, автоматизовані системи управління ТП можуть охоплювати різні частини технологічного процесу.

Також, до особливостей автоматизованих систем управління ТП можна віднести відсутність жорсткого зв'язку автоматизованих систем управління з організаційною структурою.

ВИСНОВКИ. Виявлено, що основною метою автоматизації є зменшення витрат, підвищення якості продукції, зменшення впливу людського чинника (впритул до його повного зникнення), полегшення життя людини. В результаті аналізу основних функцій та критеріїв управління, виявлені особливості застосування автоматизованих систем управління.

ЛІТЕРАТУРА

1. Селевцов, Л.И. Автоматизация технологических процессов: учебник / Л.И. Селевцов, А.Л. Селевцов. – 3-е издание. – М. – 2014. – 352 с.
2. Ельперін, І. В. Автоматизація виробничих процесів : підруч. / І. В. Ельперін, О. М. Пупена, В. М. Сідлецький, С. М. Швед. – К.: Ліра-К, 2016. – 378 с.
3. Бабіченко, А. К. Основи вимірювань та автоматизації технологічних процесів / А. К. Бабіченко. – Х.: – 2009. – 616 с.
4. Невлюдов, І. Ш. Основи виробництва електронних апаратів / І. Ш. Невлюдов. – Харків: Компанія СМІТ, 2005. – 592 с.
5. Стенцель, Й. І. Автоматизація технологічних процесів хімічних виробництв / Й. І. Стенцель. – К.: ІСДО.1995. - 360 с.

Науковий керувник: Сотник Світлана Вікторівна, к.т.н., доцент кафедри КІТАМ, Харківського національного університету радіоелектроніки

УДК 62-553.6

ОГЛЯД СУЧАСНИХ АКСЕЛЕРОМЕТРІВ ТА ЇХ СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ

В.В. Горожеєв

Харківський національний університет
радіоелектроніки Україна 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: vladyslav.horozheiev@nure.ua

Анотація: В роботі проведено огляд та аналіз сучасних акселерометрів та сфер їхнього застосування. Були розглянуті технологія МЕМС, 3D-МЕМС, концепція CoM (Chip on MEMS), CoB (Chip on Board), НЕМС та їх особливості. Також були оглянуті сфери застосування МЕМС-акселерометрів та їх перспективи подальшого розвитку.

Ключові слова: акселерометри, МЕМС, 3D-МЕМС, концепції CoM, CoB, NEMS, чутливий елемент, види акселерометрів.

REVIEW OF CURRENT ACCELEROMETERS AND THEIR SCOPES OF APPLICATION

V. Horozheiev

Kharkiv National University of Radio Electronics Ukraine,
61166, Kharkiv, Nauky av. 14

E-mail: vladyslav.horozheiev@nure.ua

Annotation: This work had done for review and analysis of current accelerometers and their scope of application. Overviewed MEMS technology, 3D-MEMS, CoM (Chip on MEMS) and CoB (Chip on Board) concepts, NEMS concept and scope of application of MEMS-accelerometers, also their perspective further development.

Key words: accelerometers, MEMS, 3D-MEMS, CoM, CoB, NEMS concepts, sensitive element, types of accelerometers.

Акселерометр – це вимірювальний пристрій, котрий дозволяє визначити проекцію удаваного прискорення. Акселерометр – це прилад для вимірювання сили реакції індукованої прискоренням або гравітацією. Акселерометр є одним із найбільш широко використовуваних в технології МЕМС [1]. Він вимірює проекцію повного прискорення.

Існує декілька різновидів акселерометрів:

- механічні;
- електронні;
- п'єзоелектронні;
- термальні;
- оптичні.

Механічні акселерометри – найпростіші, мають просту конструкцію. У цього акселерометру у якості чутливого елемента виступає підвішене тіло, котре кріпиться на еластичний підвіс. Коли змінюється положення корпусу, тоді підвішене тіло компенсує цю дію на пружину, на якій він закріплюється.

Електронні акселерометри – поєднують у собі механічні частини та електронні компоненти. Вони дають змогу отримувати результат більш точно та швидше. Перевага таких пристроїв у невеликих габаритах.

П'єзоелектронні акселерометри – мають твердий стержень у середині, який знаходиться постійно під тиском та діє на п'єзокристал. У результаті вібрації виникає електричний струм.

Термальні акселерометри – мають маленьку бульбашку повітря. При прискоренні ця бульбашка відхиляється від свого положення.

Оптичні акселерометри – мають випромінювач, два світлодіоди та фотоприймач. Призначений для використання у вимірювальній техніці.

Дані акселерометри відрізняються конструктивно, мають різну сферу застосування та параметри.

Акселерометри мають цілий ряд характеристик. В залежності від того чи іншого параметру змінюються і їх характеристики.

Акселерометри можна відрізнити:

- за кількістю осей: одна, дві або три;
- за типом виходу: аналогові та цифрові;
- за частотним діапазоном.

Зараз великої розповсюдженості здобули електронні акселерометри. Завдяки МЕМС технологіям електронні акселерометри мають невеликі габарити, що відкриває для них дуже широку сферу застосування (рис. 1).

Технологія МЕМС базується на ряді інструментів та технологій, які використовуються для створення невеликих об'єктів, розміри яких є дуже малими.

МЕМС – це прилади, які об'єднують у собі мікроелектронні та механічні компоненти. Треба виділити три основні технології виробництва МЕМС [2]:

- об'ємна мікрообробка;
- поверхнева мікрообробка;
- високопропорційна (HAR – high aspect ratio) кремнієва мікрообробка.

Об'ємна мікрообробка найстаріша технологія. Вся товщина кремнієвої пластини використовується для побудови мікромеханічних структур. Кремній обробляють різними процесами травлення. Для створення трьохвимірного компоненту використовують анодне склеювання пластин. Недоліком цього методу є – залежність геометрії структури від структури кристалічної основи [3].

Поверхнева мікрообробка використовує шари, котрі нанесенні на поверхню підкладки. Даний метод дозволив виготовляти акселерометри низької вартості [2].

Високопропорційна кремнієва мікрообробка – нова технологія глибокого іонного травлення. Зазвичай використовується товстий полікристалічний кремній і пластини з кремнієм на діелектрику.

Завдяки розвиненню 3D технологій MEMS технологія отримала нові можливості для створення нових пристроїв.

Технологія 3D-MEMS – це інноваційне поєднання технологій для формування кремнію у трьохвимірні структури [4]. Саме висока складність створення трьохвимірної структури гальмувала розвиток MEMS технології. Застосовуючи дану технологію, можна створювати оптимізовані структури для точних датчиків. Їх енергоспоживання є дуже низьким, що дає їм додаткові переваги.

До переваг 3D-MEMS можна віднести:

- використання монокристалічного кремнію;
- ємкісний принцип дії датчиків;
- високий рівень точності та стабільності;
- низький показник електроспоживання;
- висока герметичність датчиків;
- можливість виконання датчиків по індивідуальному замовленню.

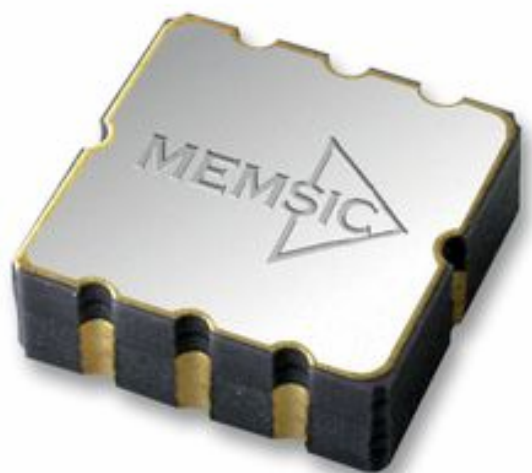


Рисунок 1 – MEMS-акселерометр

При виробництві акселерометру застосовують нову концепцію гетерогенної інтеграції для об'єднання чутливого елемента MEMS та мікросхеми (ASIC).

ASIC (application-specific integrated circuit) – це інтегральна схема, спеціалізована для вирішення конкретної задачі (рис. 2) [5].

Дана концепція має назву CoM (Chip-on-MEMS) та заснована на комбінації інкапсульованих на рівні пластини 3D-MEMS структур, технології корпусування на рівні пластини і технології чипу на пластині. Комбінація усіх цих процесів дозволяє вирішувати найбільш складну проблему корпусування: як економічно ефективно поєднати MEMS-елементи та інтегральні мікросхеми.

CoM технологія дозволяє перерозподіл та ізоляцію шарів на MEMC-пластині, установку на MEMC-пластині мікросхем, тестування пластини з MEMC-приладами, калібровку сенсорів після різки. MEMC та спеціалізована мікросхема виготовляються на окремих основах, це дозволяє провести їх тестування до об'єднання. Завдяки CoM технології можна отримати повноцінний функціонуючий датчик з розмірами корпусу по периметру 4x2 мм і з висотою 1 мм.

Перспективною є технологія CoB (Chip on Board). CoB технологія – забезпечує більшу гнучкість та кращу адаптивність до конструктивних змін, забезпечує більше можливостей контролю та виправленню похибок.

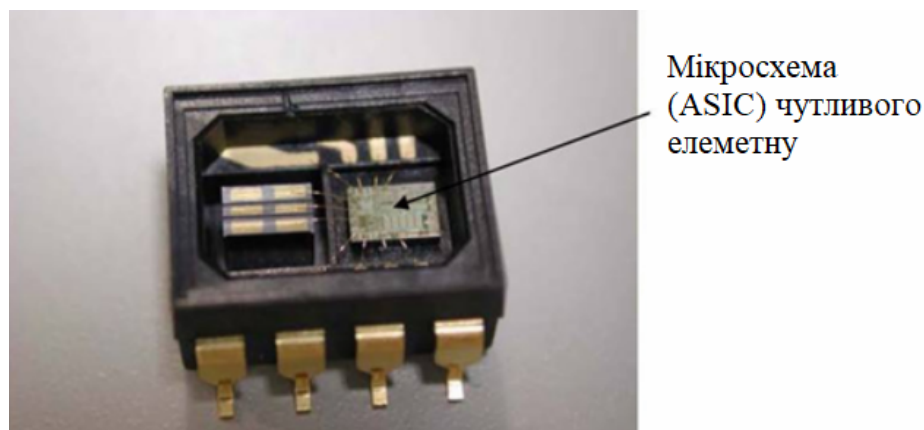


Рисунок 2 – Мікросхема (ASIC) чутливого елемету

Основним матеріалом для виготовлення чутливого елемента MEMC є кремній. Методами поверхневої та об'ємної мікрообробки формуються тривимірні і малорозмірні структури всередині кремнієвої підложки або на її поверхні.

Для монтажу застосовують метод монтажу чипу у корпус за допомогою пайки. На поверхню основи корпусу наносять шар припою. Потім основу корпусу встановлюють на нагрівач, на шар металізації наносять припій у вигляді порошку.

На порошок встановлюють чип і за допомогою спеціальної оснастки легко прижимають його до основи корпусу, одночасно поєднуючи чип із плоскістю основи (рис. 3) [6].

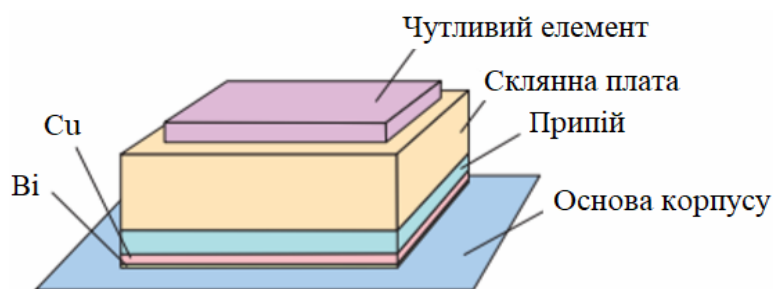


Рисунок 3 – Технологія виготовлення MEMC-датчиків

MEMC-датчики мають широке розповсюдження та перспективи застосування у різноманітних сферах. Завдяки вище переліченим перевагам MEMC-акселерометри вже знайшли застосування у таких сферах як:

- автомобільна промисловість;
- різноманітні гаджети;
- авіа та космічна галузь;
- у програмних рішеннях;
- бездротових технологіях;

– медицина [7].

Таким чином, застосування MEMC-акселерометрів у різноманітних гаджетах дозволяє втілювати нові функції. Широкого застосування акселерометри знайшли у нашому житті у смартфонах, фітнес браслетах, у відео регістраторах, автомобілебудуванні, сейсмостанціях, летальних апаратах.

Робота із технологією 3D-MEMC відкриває широкі перспективи у проектуванні різноманітних датчиків, котрі матимуть різноманітну форму виконання. Ця гнучкість дає змогу застосовувати датчики у нових пристроях, які потребують малих габаритів.

На сьогоднішній день MEMC об'єднують із наноелектромеханічними системами (NEMS – nanoelectromechanical system), що дозволяє розширювати їх сферу застосування. В результаті цього на зміну приходить наноімпринтолітографія.

NEMS – клас приладів, які об'єднують механічні та електричні прилади на нанорівні. Є логічним розвитком MEMC технології.

Ця перспективна технологія має наступні переваги:

- простіше у виконанні;
- не потребує складної оптики;
- не потребує шкідливих хімічних речовин;
- дозволяє розробляти трьохвимірні структури.

MEMC технологія передбачає занурення наношаблону у м'який шар тонкої полімерної плівки, яка нанесена на фоторезист, котрий потім затвердіє під дією тепла, тиску або ультрафіолетового випромінювання із збереженням форми зображення.

Завдяки стрімкому розвитку ця технологія вже дозволяє отримувати рисунки, розміри яких менше 10 нанометрів. Технологія є дуже близькою до широкого застосування, має великі перспективи використання у нових сферах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Mahmoud Rasras, Ibrahim (Abe) M. Elfadel, Duong Ngo MEMS Accelerometers. – MDPI – 2018
2. Henry Baltes, Oliver Brand, Gary K. Fedder Enabling Technology for MEMS and Nanodevices: Advanced Micro and Nanosystems. – Wiley-VCH – 2014
3. Vikas Choudhary, Krzysztof Niewski MEMS: Fundamental Technology and Applications. – CRC Press – 2017.
4. Кашкаров А.П. Микроэлектромеханические системы и элементы. – М.: ДМК Пресс – 2018
5. Косых А.В., Лепетаев А.Н. Микроэлектромеханические системы. – Омск: ОмГТУ – 2016
6. Stephen Beeby, Graham Ensell MEMS Mechanical Sensors. – Artech House – 2004
7. Atul Tiwari, Baldev Raj Materials and Failures in MEMS and NEMS. – Scrivener Publishing – 2018.

Науковий керівник: Сотник Світлана Вікторівна, к.т.н., доцент кафедри КІТАМ, Харківського національного університету радіоелектроніки

ВИБІР ТА АНАЛІЗ СЕРЕДОВИЩА РОЗРОБКИ 3D МОДЕЛЕЙ

Д. Р. Кузяєв

Харківський національний університет
радіоелектроніки
Україна, 61166, Харків, пр. Науки.,14
E-mail: dmytro.kuziaiev@nure.ua

Анотація: В статті був проведений огляд найбільш розповсюджених систем ANSYS, КОМПАС 3D, Autodesk Inventor та SolidWorks, в результаті якого виявлено їх переваги та недоліки. Таким чином, обрано для подальших розробок застосовувати систему SolidWorks.

Ключові слова: вибір, системи, середовище, розробки, 3D модель

SELECTION AND ANALYSIS OF 3D MODEL DEVELOPMENT ENVIRONMENT

D. R. Kuziaiev

Kharkiv National University of Radio Electronics
Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14
E-mail: dmytro.kuziaiev@nure.ua

Annotation: During the tests you can find all the necessary systems ANSYS, COMPASS 3D, Autodesk Inventor and SolidWorks, as a result of which you will get access to the data. Thus, SolidWorks.

Key words: preferences, systems, environment, development, 3D model

Сучасні програми для моделювання поділені на декілька категорій, кожна з яких зручна у своїй сфері. Наприклад, в арсеналі архітектора рідко можна зустріти програми по типу ZBrush, в якій інженер не зможе показати характеристику деталей. На відміну від двомірної графіки, моделювання дозволяє побачити результат роботи реалістично, у масштабі до її практичної реалізації, що на сьогоднішній день є особливо актуальним.

Для візуалізації об'єму потрібна програмне середовище, яка працює одразу в трьох вимірах. Деталь зображена з регламентованих видів: збоку, ззаду. Отримати повне уявлення про конфігурацію деталі важко.

Програми для створення 3D – моделей, емулюють багатовекторний простір, в якому можливо обертати деталь в будь-якому напрямленні, редагувати її в трьох координатах. Інтерфейс будь-якої програми для моделювання має 4 основних вікна виду: Згори, Спереду, Зліва та в перспективі. Перші три відповідають стандартній системі координат X, Y, Z. Всі зміни відображаються і на об'ємній моделі у вікні Перспективи. Досвідчені конструктори та проєктувальники віддають перевагу програмам формат файлів яких імпортується в інші програми [1]. Наприклад, креслення зручніше робити в програмі AutoCAD або в пакеті для створення векторної графіки CorelDraw. Після, це зручно перенести на потрібну проєкцію, зі збереженням точних розмірів, в програму SolidWorks, або іншу програму для інженерного моделювання, та зробити об'ємну модель.

Професійні програми не дешеві, а деякі навіть дуже дорогі, але дають користувачу можливість повного контролю над процесом створення об'єктів будь якого рівня складності. В таких програмах передбачений рендеринг зображення, з будь-якою орієнтацією у просторі, можлива анімація процесу. Більшість безкоштовних пакетів обмежена інструментами моделювання, але більшість незручностей пов'язано з форматом файлів, які неможливо імпортувати до інших середовищ.

Робота в 3D-тривимірному просторі дозволяє спеціалісту оптимальний інструмент для реалізації проєктів і відображенні результатів роботи в зручній формі. Помилки в

традиційних кресленнях можуть залишатися непомітними, аж до самого монтажу готових елементів конструкції. Подібне неможливе в програмах 3D – моделювання. При віртуальній збірці конструкції, система покаже взаємне положення деталей. Перевірка по точках прив'язки виявить неточності. Система автоматизованого проектування (САПР) при створенні 3D об'єктів і їх розгортці в десятки разів точніше і надійніше традиційних методів розробки об'єктів і передачі інформації про них.

Для проектування в авіаційній, космічній, високотехнологічних галузях технологія моделювання являється незамінною. 3D модель по класу точності перевершує всі методи і інструменти, які були застосовані раніше. Сумісність з програмованим обладнанням виводить можливості та перспективи виробництва на новий рівень.

Окрему увагу заслуговує твердотільне моделювання в системі САПР. Після внесення даних о розмірі, щільності матеріалів, програма розраховує фізичні властивості деталі, а саме центр тяжіння, міцність, вплив температур та інші параметри. Програми для вузького виду діяльності розраховують також аеродинамічні властивості майбутньої деталі, розраховує також вплив різних факторів в різних середовищах.

Робота в САПР потребує специфічних технічних знань. Розуміння роботи програмного забезпечення приходить не раніше ніж через рік регулярних занять. Велика кількість функцій, кожна з яких заслуговує детального вивчення потребує від людини терпіння, бажання та здібностей. Не завжди програма має мову особи, яка працює з цією програмою, що також ускладнює процес засвоєння інформації.

Прості програми для створення 3D-моделей дизайну внутрішнього та зовнішнього інтер'єру будинку або квартири. Але на цьому можливість цих програми не обмежується, можливо проектувати цілий будинок, вулицю або автомобіль. Наприклад, програма Google SketchUp – програма не тільки для створення дизайну квартир, але і всього, що можна намалювати в 3D: кухня, ванна, різноманітні меблі, аероплани, дизайнерські будівлі, прибори і т.д. Програма побудована таким чином, що освоїти її буде достатньо кількох годин.

Спроби завоювати користувачів роблять багато компаній, але лідерів в виробництві професійних програм, для проектування вагомих проектів не так багато. Один з лідерів Autodesk. Оразу дві програми розробника найширше використовуються у професіоналів. Це пакети Maya і 3Ds max. Важко їх порівнювати, так як обчислювальний рушій та інтерфейс істотно відрізняються, а після рендерингу тільки професіонали високого рівня зможуть відрізнити результати. Вважається, що Maya зручніша при створенні анімації, персонажів, але тяжча у вивченні. 3Ds max більше використовується для проектування важких технічних об'єктів, через свою полегшену систему призначення матеріалів поверхні та широкі можливості проектування. В основі розрахунків фізичних властивостей, полягає рушій Reactor, розроблений компанією Navok, який дозволяє модулювати поведінку твердих тіл, м'яких тіл, тканин з розрахунком сили тяжіння і іншого впливу. Використання програми 3Ds max також широко використовується в ігровій індустрії, а саме для створення моделей персонажів чи навколишнього оточення.

В світі 3D – моделі вагоме місце займають інженерно-конструкторські програми, вони заточені саме під інженерні вимоги. Візьмемо до уваги пакет SolidWorks. Перша програма на платформі Windows, підтримуюча всі стандарти САПР. Багатофункціональний пакет для створення 3D високої якості, здатна розраховувати фізичні властивості елементів, враховуючи їх розміри, вагу, матеріал, також можна розрахувати поведінку газу чи рідин в різних середовищах впливу.

До переваг цієї програми можна віднести:

- зручність створення 3D моделі та зрозумілий інтерфейс;
- в системі SolidWorks один ескіз можна використовувати для різних дій. Можна вибрати контур кромки і застосовувати до них, формоутворюючі операції, це дозволяє використовувати неповний ескіз для створення елементів;

- при побудові примітивів, автоматично відображуються взаємозв'язки;

На малюнку нижче можна побачити результат дослідження, де тиск на елемент конструкції показаний кольорами в таблиці, де синій колір – деформація відсутня, червоний колір – деформація максимальна (рис. 1).

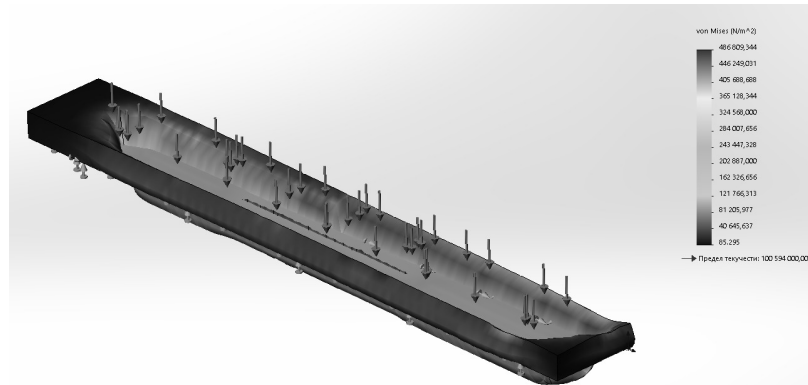


Рисунок 1 – Дослідження тиску на деталь в середовищі SolidWorks

Для розрахунків і аналізу серед інженерів використовується пакет ANSYS універсальна програма в основі якої лежить метод скінченних елементів – розв'язання диференціальних і інтегральних рівнянь (рис. 2). ANSYS використовується для вирішування лінійних та нелінійних, стаціонарних та не стаціонарних задач механіки деформування твердого тіла, задачі з газом та рідинами, теплопередачі та теплообміну, акустики та електродинаміки. Ansys займає високу ніжку в сфері 3D друку. За допомогою рішень Ansys надана можливість друкувати деталі з різних матеріалів, включаючи лазерний друк SLM. Ця програма охоплює всі інженерні галузі. Спосіб відображення в програмах такого виду схожий, але тут він представлений більш детально та детальніше.

Переваги даної програми полягає в наступному:

- краща інтеграція з CAD системами. Параметричні двосторонні зв'язки з усіма основними CAD системами;
- автоматичне визначення контакту. Режим збірки, змішані зв'язки оболонкових, балкових і цільних кінцевих елементів, шарнірні з'єднання;
- можливість автоматичного створення сітки. Створення тетраедричної сітки, гексаедричної, методом протягання, тонкостінного цільного середовища;
- налаштування і сценарії. Налаштування інтерфейсу користувача, моделі та матеріалів, параметрична мова програмування ANSYS;
- створення баз даних. Різноманітні шаблони;
- автоматичне створення звітів. Інтегроване створення звітів, PowerPoint, Word, HTML.

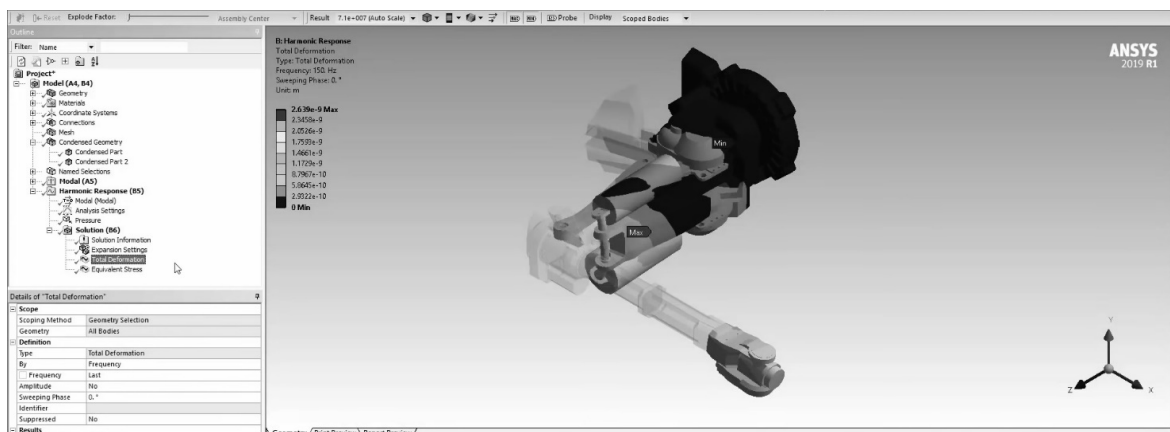


Рисунок 2 – Дослідження тиску на деталь в середовищі ANSYS

Для порівняння з усім вище переліченим, візьмемо до уваги пакет Autodesk Inventor.

Він дозволяє наділяти електронні макети інтелектуальною складовою, даючи інженерам засоби для гнучкої конфігурації їх внутрішніх параметричних структур и забезпечуючи їх єдиною точкою управління всією моделлю.

Autodesk Inventor підтримує різні методи моделювання трьохмірних моделей будь-якої складності. Можливо легко поєднувати твердотільне і поверхнєве моделювання, а також моделі у виді трикутної сітки.

Основні вимоги до Autodesk Inventor – його лінії не повинні перетинати одна одну. Взаємозв'язки застосовуються автоматично, при побудові примітивів, але й так само їх можна додати чи видалити пізніше.

При цьому, користувач має в своєму арсеналі такі методи створення моделі:

- традиційний параметричний метод, заснований на дереві побудови з окремих елементів, включаючи побудови по перерізу;
- вільне «скульптурне» моделювання на базі Т-сплайнів;
- вільна маніпуляція елементами, гранями, ребрами і вершинами моделей, яка дуже допомагає при необхідності продовжити розвиток моделі, отриманих із сторонніх САД.

КОМПАС – 3D – система автоматизованого проектування (рис. 3). Призначена для побудування асоціативних моделей як ізольованих вузлів, так і повністю збірних одиниць, КОМПАС-3D, містить в собі стандартизовані конструктивні елементи. На базі спроектованого один раз прототипу, можна швидко створювати моделі різних типових виробів. Система повністю підтримує стандарти ЄСКД, при цьому всі асоціативні види просторових моделей автоматично генеруються КОМПАС-ГРАФІК, а всі зміни в моделі автоматично змінюються на кресленні.

До переваг можна віднести наступні характеристики

- система дуже легка в освоєнні, навіть для конструкторів не маючих навичок користування 3D редакторами;
- система має велику кількість бібліотек елементів стандартизованих по ДЕСТ;
- зручність оформлення будь-яких креслень згідно норм, установлених ЄСКД;
- система має широкими параметрами для параметризації об'єктів;
- наявність продуманого модуля 2D для креслення;
- розрахунок пружних деталей;

До мінусів цієї програми можна віднести такі характеристики:

- не дивлячись на легкість створювати креслення, проектувати значніше тяжче;
- відсутність розрахунку міцності, кінематики, температури та частотного аналізу;
- відсутність можливості виконувати ергономічні розрахунки;
- деякі проблеми з імпортуванням моделей з других САД.

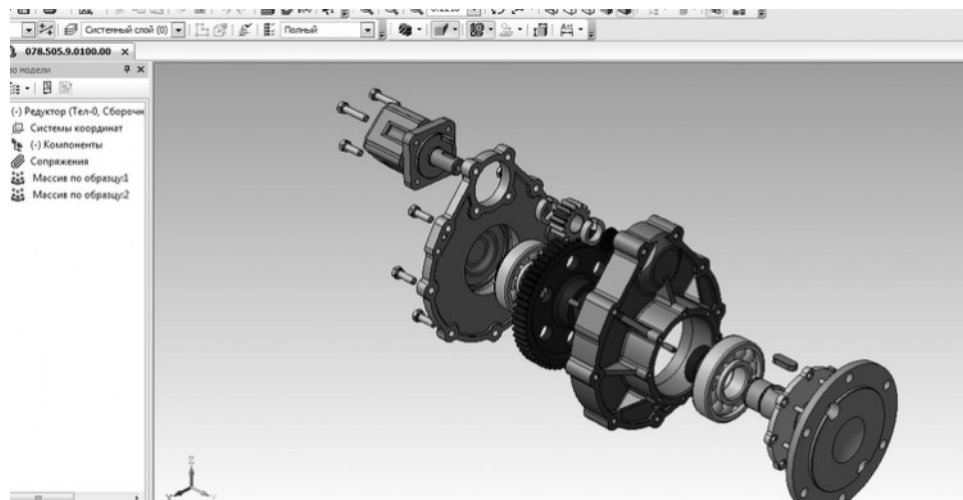


Рисунок 3 – Інтерфейс КОМПАС 3D

В результаті проведеного аналізу існуючих систем для створення моделей та аналізу, інженерних розрахунків, обрано SolidWorks. Проаналізовано ANSYS, КОМПАС 3D, Autodesk Inventor та SolidWorks виявлено їх переваги та недоліки. Надалі планується реалізувати процес моделювання системи охолодження системного блоку саме в SolidWork.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сотник, С.В. Современные средства проектирования технологической оснастки / С.В. Сотник, Д. А. Малафеев // Технология приборостроения. - 2013. - № 1. - С. 30-34.

Науковий керівник: Сотник Світлана Вікторівна, к.т.н., доцент кафедри КІТАМ, Харківського національного університету радіоелектроніки

УДК 004.514; 004.931

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ЛЮДИНО-ОРІЄНТОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСУ

А. І. Демська, І. І. Дерев'янюк

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14

E-mail: anastasiia.demska@nure.ua, iryna.derevianko@nure.ua

Анотація: В роботі проведено аналітичний огляд поняття візуальної інформації, що є найбільш інформативною формою відображення зовнішнього світу. Проаналізовано схему візуалізації інформації. Використовуючи характеристики зорового сприйняття людини, можна змоделювати додаткові вихідні розміри, що дозволять здійснити якісне проектування інтерфейсу з урахуванням психофізіологічних особливостей користувачів.

Ключові слова: веб-сайт, інформація, візуалізація, сприйняття, тестування.

ANALYSIS OF INFORMATION VISUALIZATION PROCESS FOR HUMAN-ORIENTED INTERFACE DESIGN

A. Demska, I. Derevianko

Kharkiv National University of Radioelectronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av., 14

E-mail: anastasiia.demska@nure.ua, iryna.derevianko@nure.ua

Abstract: In this work the analytical review of the concept visual information, that is most informative form of reflection of the outside world, is conducted. The scheme of information visualization is analyzed. Using the characteristics of visual perception of the person, it is possible to simulate additional initial dimensions that will allow to carry out qualitative design of the interface taking into account user requests, their psychophysiological features and working conditions.

Key words: website, information, visualization, perception, testing

ВСТУП. Ми живемо в інформаційному суспільстві з притаманними йому іншими, ніж раніше, швидкістю і способами створення і отримання інформації, методами роботи з нею, глобальним характером інформаційних мереж та інформаційного поля, можливостями комунікації [1]. За минуле століття знання зросли експоненціально, тоді як здатність людини до поглинання інформації залишалася незмінною [2].

В результаті стає все більш важливим є максимізація інформації, отриманої з даних, мінімізуючи витрати на взаємодію з нею. Дослідження методів обробки візуальної інформації людиною, для будь-якої сфери діяльності, передбачає дотримання законів психофізіології, ергономіки, графічного дизайну та врахування багатьох інших факторів [3].

Використовуючи сучасні технології комп'ютерної графіки та веб-дизайну можна впливати на відчуття, привертаючи увагу до об'єкта дизайну, добитися необхідного ступеня сприйняття потенційними клієнтами сайту [1, 4].

В час формування нової інформаційно-візуальної парадигми суспільства проблема гармонізації візуального продукту, враховуючи природне для людини сприйняття навколишнього світу, є актуальною.

З метою виявлення нових закономірностей в поведінці користувачів проводяться дослідження в різних галузях науки, узагальнення яких допоможе при створенні «правильного» дизайну інтернет сторінки [5].

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ У ДАНОМУ НАПРЯМКУ. У сучасній комп'ютерній графіці можна виділити такі основні напрямки: образотворча комп'ютерна графіка, обробка та аналіз зображень, аналіз сцен (перцептивна комп'ютерна графіка), комп'ютерна графіка для наукових абстракцій (когнітивна комп'ютерна графіка, тобто графіка, сприяє пізнанню). Когнітивна комп'ютерна графіка, тільки формується новий напрям, поки ще недостатньо чітко окреслене [6].

Когнітивна комп'ютерна графіка, галузь знань, що забезпечує людино-орієнтоване проектування інтерфейсів має розглянути кінцеву можливість людей обробляти інформацію, приймати рішення і діяти відповідним чином. Ці людські якості були ретельно вивчені в останні десятиліття, з урахуванням взаємодії людини з комп'ютером.

Дослідниками, на яких є посилання, є, наприклад, Хікс (1952), Фітц (1954), або Міллер (1956). Вільям Хікс був піонером експериментальної психології і ергономіки. Одне з його найбільш відомих досліджень було зосереджено на часу, який людина бере, щоб прийняти рішення, як результат можливих варіантів, з огляду на когнітивну ємність інформації, яка була виражена як формула, що відома як закон Хікса [7].

Пол Фітц був психологом і піонером в людському факторі, який розробив математичну модель руху людини, відому як закон Фітца, заснований на швидкому наведеному русі [8]. Ця модель використовується, в області ергономіки і взаємодії людини з комп'ютером, щоб передбачити час, необхідний для швидкого переходу до цільової області, наприклад, вказати рукою або пальцем, або за допомогою покажчика в інтерфейсі комп'ютера.

Джордж Міллер був когнітивним психологом, який вивчав середню потужність робочої пам'яті людини для зберігання інформації. За даними досліджень він дійшов висновку, що звичайна людина може утримувати ряд об'єктів в 7 ± 2 [9]. Це відомо як Закон Міллера або «магічне число 7». Один важливий наслідок цього відкриття пов'язаний зі здатністю людини оцінювати і судити альтернативи, які обмежуються від 4 до 8 варіантів. Розміщення всіх цих вкладів дослідження в простий набір принципів проектування є проблематичним, тому інший підхід полягає у визначенні евристики для оцінки юзабіліті інтерфейсів.

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОБЛЕМ ПРОЦЕСУ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ. Візуальна інформація є найбільш інформативною формою відображення зовнішнього світу. Вона представляється у дво- чи тривимірному просторі, у часі та у трьох кольорових координатах [10]. Візуалізація – це спроба досягти цієї мети, представляючи складні набори інформації зображенням (візуалізацією), яке дозволяють користувачеві краще розуміти та інтерпретувати дані.

Найбільшою проблемою у візуалізації інформації є те, що візуалізація повинна

відобразитися на двовимірному екрані, використовуючи колір як додатковий вихідний вимір. Анімація візуалізації вводить додатковий вихідний вимір, який часто зберігається для незалежної змінної часу.

Реальний світ, у якому існує і діє суб'єкт, є тривимірним, сприйняття цього світу суб'єктом також тривимірне. А проєкція реальності на сітчатку ока є двохвимірною. Ось чому розуміння дійсної специфіки сприйняття плоского зображення об'ємних тіл допомагає зрозуміти основні закони побудови перцептивного образу (зауважимо, що побудова перцептивного образу є необхідною ланкою графічної діяльності – декодування) [11].

Використовуючи характеристики зорового сприйняття людини, можна змодельовати додаткові вихідні розміри. Третій просторовий вимір отримують за допомогою стереоскопічних прийомів або за допомогою зображувальних сигналів для імітації сприйняття глибини [2].

Згідно [2] процес візуалізації можна розділити на два етапи [12]:

– кодування інформації за допомогою перетворення даних в візуальний формат шляхом застосування різних візуальних атрибутів (форма, розмір, розташування, колір та ін.) і декодування інформації, що включає перетворення візуальних атрибутів в ментальний образ мозком реципієнта, при цьому відбувається зіставлення шаблонів або патернів отриманих в процесі сприйняття зі знаннями, що зберігаються в довготривалій пам'яті реципієнта, і подальша інтерпретація зображення (рис. 1);

– подальше візуалізаційне відображення перетворює перетворені дані у графічні зображення, які на етапі візуалізації потім відображаються на екрані або шляхом друку [2].

Основні візуальні атрибути – це орієнтація ліній, колір, прозорість, положення та розмір. Усі ці атрибути визначаються на початковому етапі візуальної обробки, виконаному мозком.

Етап кодування та декодування схеми (рис. 1) пов'язаний за допомогою візуальних атрибутів, таких як форма, положення та колір, а також текстові атрибути, такі як текст та символи, які самі по собі представлені простими візуальними атрибутами.

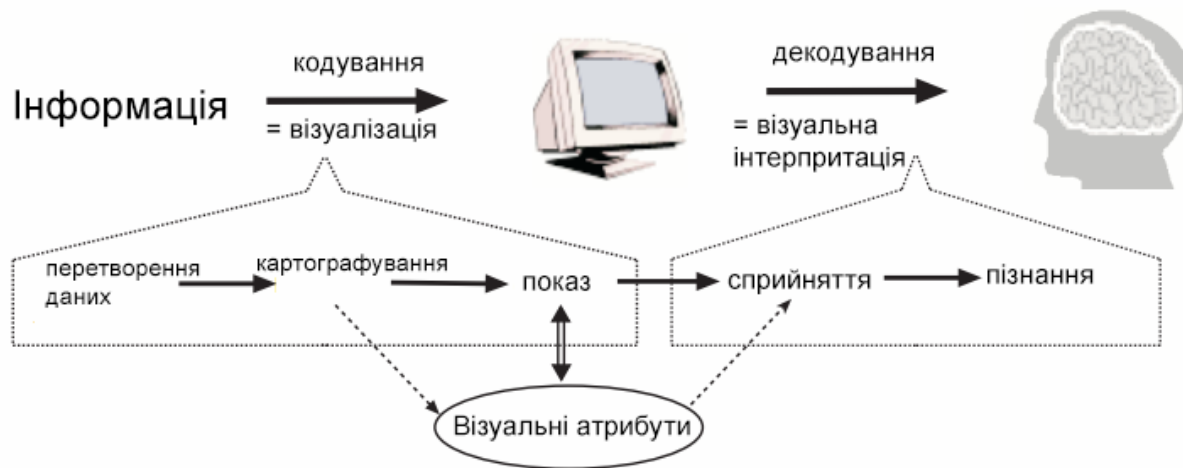


Рисунок 1 – Процес візуалізації інформації за [2]

Необхідність зрозуміти логіку мислення користувачів при роботі з інтерфейсом і привели до розробки методів визначення задоволеності користувача взаємодією з різними інформаційними системами. Усвідомлення і моделювання когнітивних процесів користувачів сприяють створенню і адаптуванню до людського мислення інтерфейсу, дозволяє здійснити якісне проектування інтерфейсу з урахуванням запитів користувачів, їх психофізіологічних особливостей і умов роботи. Такий інтерфейс забезпечує користувачам можливість безперешкодної роботи з максимальною задоволеністю як процесом, так і результатом [13].

ОТРИМАННЯ КІЛЬКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ОЦІНКИ ВІЗУАЛЬНОГО СПРИЙНЯТТЯ. Специфіка процесу людино-орієнтованого проектування вимагає проведення експериментальних досліджень щодо сприйняття візуальної інформації, всебічного аналізу проектного об'єкта, розроблення принципів розміщення носіїв візуальної інформації, створення системи графічних знаків, колірної гами, розмірно-модульної системи [14].

Існує думка, що візуальне сприйняття інформації та зручність в.т.ч. практично не піддається виміру: «неможливо виміряти кількісно ... можна лише говорити про те, що працювати з однією системою зручніше, ніж з іншою». Однак це свідчить лише про те, що в даний час не вироблена особлива метрика, за допомогою якої можна здійснити розрахунки [15].

Традиційні методи дослідження (бланкове тестування) часто виявляють незручність взаємодії користувача з продуктом, але часто не можуть відповісти на питання чому. Їх можливо описати якісно, застосувавши факторний аналіз. Враховуючи проблему сприйняття візуальної інформації ці показники є дуже імовірнісними та суб'єктивними.

Набагато точнішими є результати лабораторного тестування (за допомогою спеціального обладнання: комп'ютер користувача з доступом в інтернет, а також реєструвальну апаратуру для фіксації дій і поведінки респондента під час проведення тестування), що зводить результати до отримання зображення (кластерний аналіз, карта поглядів, теплова карта, карта непрозорості), які в подальшому можливо оцінити кількісно. Обробка зображення полягає у внесенні в вихідне зображення тих чи інших змін у порівнянні з оригіналом з метою привести зображення до виду, зручного для подальшого аналізу або розуміння [16].

Людино-орієнтоване проектування робить сайт успішнішим, тому принципи придатності використання необхідно враховувати ще на етапі планування. Важливо пам'ятати, що навіть контент високої якості зробить інтернет-ресурс затребуваним, якщо не організувати його в зручну і привабливу структуру. Веб-сторінки з високим ступенем юзабіліті простіше і швидше сприймаються користувачами, мають кращі показники відвідуваності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Романюк О.Н. Веб-дизайн і комп'ютерна графіка / О.Н. Романюк, Д.І. Кательніков, О. П. Косовиць. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 142 с., 12 с. іл.
2. Wünsche, B. (2004, January). A survey, classification and analysis of perceptual concepts and their application for the effective visualisation of complex information. In Proceedings of the 2004 Australasian symposium on Information Visualisation-Volume 35 (pp. 17–24). Australian Computer Society, Inc..
3. Белятинський, А. О., Чемакіна, О. В., Свірко, В. О., Рубцов, А. Л., Кузьмін, О. В., & Кузьмін, А. О. (2018). Ергодизайн систем візуальної інформації. International Scientific Journal "Internauka" <http://www.inter-nauka.com/>
4. Плєскач В.Л. Інформаційні системи і технології на підприємствах : підручник / В.Л. Плєскач, Т.Г. Затонацька. – К. : Знання, 2011. – 718 с.
5. Kolesnikova T., Demska A. Analysis of features of visual perception of graphic information for building the site model // IV Міжнародна науково-технічна конференція «Поліграфічні, мультимедійні та web-технології» (Харків, ХНУРЕ, 14-17 травня 2019 року) – С. 138–139
6. Літнарівич Р.М., Чернецький І.Ф. , М.І. Дєдух. Сучасні технології опрацювання графічної інформації. Курс лекцій. Частина 1. МEGУ, Рівне, 2012.- 130 с.
7. Olson, Heather M., Leo Gugery, and Robert Schumacher. "The effect of visual momentum on learning hierarchical menu structures in small displays." Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting. Vol. 48. No. 4. Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications, 2004.
8. Fitts, Paul M. (June 1954). "The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement". Journal of Experimental Psychology. 47 (6): 381–391.

9. Miller, George A. "The cognitive revolution: a historical perspective." Trends in cognitive sciences 7.3 (2003): 141-144.
10. Інтелектуальне вибіркоче сприйняття візуальної інформації. Інформаційні аспекти / В.П. Боюн // Штучний інтелект. — 2011. — № 3. — С. 16-24.
11. Колганова, О. О. (2009). Метод зберігання та передачі графічної інформації у базах даних на основі сплайнового багатомасштабного розкладу (Doctoral dissertation, Національний авіаційний університет).
12. Афанасьев, А. А. (2014). Технология визуализации данных как инструмент совершенствования процесса поддержки принятия решений. Инженерный вестник Дона, 31(4-1).
13. Батенькина, О. В. (2016). Методы оценки удовлетворенности пользователей при тестировании юзабилити информационных систем. Омский научный вестник, (5 (149)).
14. Свірко В.О., Рубцов А.Л., Чемакіна О.В. Дизайн-ергономічні чинники створення візуальних інформаційних систем / Теорія та практика дизайну: Збірник наукових праць / Технічна естетика. К.: "Компринт", 2018. Вип. 15. – С. 149-173.
15. Юзабилити – наука, технология, искусство / Ю.Р. Валькман, А.В. Савченко, В.В. Зосимов, А.С. Булгакова // Збірник наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова НАН України. – К.: ПІМЕ, 2010. – Вип. 54. – С. 82-91
16. Колесникова Т. А. Створення параметричної моделі оцінки зручності сайту / Т. А. Колесникова, А. І. Демська // Міжнародна науково-практична конференція «Математичне моделювання процесів в економіці та управлінні проектами і програмами (ММП-2019)», Коблево, 09-13 вересня 2019 р. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – С. 9-12

Науковий керівник: Чала Лариса Ернестівна, к.т.н., доцент кафедри штучного інтелекту Харківського національного університету радіоелектроніки

УДК 53.087.4

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Д. В. Ігнатенко, І. О. Волощенко

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: daria.ihnatenko@nure.ua

Анотація: У даній статті наведено результати розробки автоматизованої системи, що призначена для вимірювання вологості, температури, атмосферного тиску та рівня вуглекислого газу. Інформація про вказані показники зберігається на карту пам'яті (microSD), з якої її можна переводити на комп'ютер і використовувати для прогнозування погоди або збору статистики. Додатково розроблений пристрій може відображати дату і час на дисплеї.

Ключові слова: метеостанція, датчик, Arduino, температура, вологість.

AUTOMATED SYSTEM FOR MEASURING THE METEOROLOGICAL INDICATORS

D. Ignatenko, I. Voloshchenko

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauki Ave., 14

E-mail: daria.ihnatenko@nure.ua

Abstract: This article presents the results of the development of an automated system designed to measure humidity, temperature, atmospheric pressure and carbon dioxide levels. Information about these indicators is stored on a memory card (microSD), from which it can be transferred to a computer and used for weather forecasting or statistics collection. Additionally, developed device can display the date and time on the screen.

Key words: meteorological station, sensor, Arduino, temperature, humidity.

Цифрові метеостанції знаходять досить широке застосування у різних сферах життєдіяльності, де необхідний регулярний моніторинг температури, вологості, атмосферного тиску та рівня вуглекислого газу. Метеостанції дозволяють отримувати точну та детальну інформацію про поточний стан атмосферного повітря та прогнозувати погоду безпосередньо в місці їх розташування.

Розроблювана цифрова портативна метеостанція призначена для проведення метеорологічних спостережень, що дозволяє провести вимірювання основних погодних показників, а саме:

- температури;
- тиску;
- вологості повітря;
- рівня вуглекислого газу.

Також можливим є виконання таких функцій:

- виведення на екран дати та часу;
- індикація рівня CO₂;
- побудова графіків за годину/добу.

Найближчим аналогом розроблюваної системи є побутова метеостанція Hama EWS-800, яка дозволяє отримувати дані про температуру, вологість та атмосферний тиск (рис. 1). На передній панелі базового блоку розташований монохромний дисплей з підсвічуванням і кнопки управління метеостанцією. На задній панелі базового блоку розташований відсік для батарейок живлення. Може кріпитися на стіну. Також метеостанція має можливість підключення додаткового бездротового дистанційного датчика.

До недоліків цієї метеостанції можна віднести не дуже зручні одиниці вимірювання атмосферного тиску (дюйми ртутного стовпчика замість міліметрів), недостатню контрастність зображення та нерівномірне підсвічування [1].



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд метеостанції Hama EWS-800

На рис.2 представлена структурна схема розроблюваної цифрової портативної метеостанції. Структурна схема складається з семи основних елементів:

- контролера;
- датчика погодних показників;
- датчика вуглекислого газу;
- модуля реального часу;
- сенсорного модуля;
- дисплею.

Дані про основні погодні показники та рівень вуглекислого газу вимірюються відповідними датчиками та передаються на контролер, де обробляються і виводяться на дисплей, також на дисплей виводяться дата і час за допомогою модуля реального часу. Керування режимами відображення інформації здійснюється за допомогою сенсорного модуля.

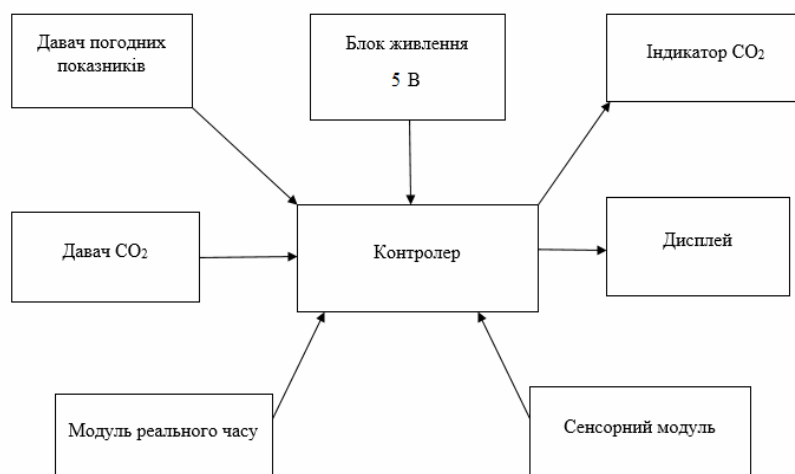


Рисунок 2 – Структурна схема пристрою

Керування цифровою портативною метеостанцією, вимірювання та відображення її робочих параметрів здійснюється мікропроцесорною системою контролю на основі мікроконтролера. Виходячи зі структурної схеми цифрової портативної метеостанції, було прийнято рішення використовувати готові модулі на основі контролера Arduino, а саме Arduino Nano. Arduino Nano – одна з найбільш мініатюрних плат Arduino. Вона є повним аналогом Arduino Uno – так само працює на мікроконтролері ATmega328, але з меншим форм-фактором. Через свої габаритні розміри плата часто використовується в проектах, в яких є важливою компактність [2]. Характеристики контролера наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Характеристики Arduino Nano

№	Характеристики	Значення
1	Робоча напруга, В	5
2	Напруга живлення, В	7-12
3	Кількість цифрових входів	14
4	Кількість аналогових входів	6
5	Максимальний струм одного виводу, мА	40
6	Flash-пам'ять, кБ	32
7	Тактова частота, МГц	16

В якості датчика погодних умов обрано універсальний датчик BME280. Це нове покоління датчиків серії BME, що дозволяють вимірювати значення атмосферного тиску, температуру і вологість. Датчик характеризується високою точністю вимірювання, високою швидкістю інтерфейсу і надмалим енергоспоживанням. Для підключення датчика BME280 до плати Arduino використовується інтерфейс I2C [3].

Датчик CO₂ – це пристрій, призначений для визначення концентрації двоокису вуглецю в навколишньому повітрі недисперсійним інфрачервоним методом детектування. Недисперсійний інфрачервоний метод має гарну вибірковість (виміряні значення не залежать від вмісту кисню в повітрі) і високу точність вимірювань. Завдяки датчикам, які дають точний показник концентрації вуглекислого газу (CO₂) у повітрі, відбувається більш коректне управління продуктивністю вентиляційної системи. Тим самим створюються комфортні умови та прийнятний мікроклімат у приміщенні. У цьому випадку використовується датчик MH-Z19B. Даний датчик має внутрішню температурну компенсацію, може підключатися по трьох інтерфейсах (аналоговий, ШІМ, UART), має малі розміри і великий термін служби [4].

Світлодіод RGB – сигналізує рівень вуглекислого газу в приміщенні. Світлові режими:

- зелений – мала концентрація вуглекислого газу;
- синій – підвищена концентрація вуглекислого газу;
- мигаючий червоний – висока концентрація вуглекислого газу.

В якості модуля реального часу було обрано DS3231, який є найдешевшим варіантом із власною батареєю живлення. Характеристики модуля наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Характеристики модуля DS3231

№	Характеристики	Значення
1	Напруга живлення	3,0...5,5 В
2	Діапазон робочих температур	-20...70 °С
3	Інтерфейс підключення	I2C
4	Габарити	33 × 20 × 3 мм

Модуль може відраховувати час і зберігати його навіть за відімкнення живлення, оскільки додатково має власну літєву батарею [5].

Для зручного перемикавання режимів відображення інформації у пристрої використовується сенсорний модуль TTP223 [6]. Спрацьовує модуль за умови зміни його ємності. Під час натискання на майданчик сенсорної кнопки змінюється струм витoku. Після цього мікросхема визначає його рівень і сигналізує про натискання на кнопку. Якщо сенсор не використовувався протягом 12 секунд, модуль переходить у режим «енергозбереження».

В якості дисплея було обрано символьний дисплей LCD2004 на контролері HD44780 з блакитним підсвічуванням – рідкокристалічний дисплей, екран якого здатний відображати одночасно до 80 символів (20 стовпців, 04 рядки). Підключення до контролера Arduino здійснюється з синхронного 8-бітного паралельного інтерфейсу.

На сьогоднішній день будь-яка цифрова метеостанція є повноцінним пристроєм, що дозволяє ефективно і точно контролювати погоду. Крім основного набору функцій, цифрові метеостанції здатні виконувати контроль над внутрішнім мікрокліматом, визначати місячні цикли, швидкість вітру, рівень опадів і давати інформацію про час сходу та заходу сонця.

Різні види метеостанцій мають абсолютно різноманітний зовнішній вигляд і ціну, яка може відрізнятись в десятки разів. Щоб модернізувати цифрові метеостанції, постійно впроваджуються нові функції, наприклад:

- проектор. Час, температурні та календарні дані можуть змінювати один одного в проекції на стіні або стелі;

- фоторамка – це гібрид цифрової фоторамки та станції. Автоматично подібний гаджет являє РК-дисплей великої діагоналі, на якому послідовно чергується інформація про метеодані з фотографіями, записаними в пам'ять SD-карти або внутрішню, в залежності від моделі;

- підключення по Wi-Fi. Такі пристрої можуть отримувати прогноз погоди через Інтернет, синхронізувати час зі спеціалізованими сайтами, а також передавати точну інформацію про погоду на портативний пристрій або настільний комп'ютер;

- майданчик для бездротової підзарядки смартфонів і планшетів.

Подальшими етапами розробки будуть:

- розробка алгоритму обробки інформації з датчиків;
- розробка корпусу пристрою цифрової метеостанції;
- вибір середовища програмування пристрою та розробка програмного забезпечення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Обзор метеостанции Hama EWS-800 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tech-gid.ru/dlya-doma/2011/obzor-meteostancii-hama-ews-800/>.
2. Плата Arduino Nano v 3.0: распиновка, схемы, драйвер 800 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arduino-master.ru/platy-arduino/plata-arduino-nano/>.
3. Барометр BME280 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arduino.ua/prod1930-bme280-5v-i2c-datchik-temperatury-i-vlajnosti-davleniya>.
4. Датчик углекислого газа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://iarduino.ru/shop/Sensory-Datchiki/datchik-uglekislogo-gaza-co2-mh-z19b.html>.
5. Часы реального времени DS3231 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/chasy-realnogo-vremeni-ds3231/>.
6. ТТР223 сенсорная кнопка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://portal-pk.ru/news/165-ttp223-sensornaya-knopka-shema-podklyucheniya-k-arduino.html>

Науковий керівник: Боцман Ірина Володимирівна, к.т.н., доцент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки.

УДК 681.5:615.47

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМФОРТНОГО ІСНУВАННЯ У СУСПІЛЬСТВІ ОСІБ З ПОРУШЕННЯМ ЗОРУ

Є. К. Юсубов, М. О. Сверчков, Д. В. Алмосов, А. С. Михайленко, А. А. Львов

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: yevhen.iusubov@nure.ua

Анотація: В роботі розглянуті основні технології забезпечення комфортного існування у суспільстві осіб з порушенням зору, в залежності від сфери життєдіяльності та можливості особи обробляти інформацію. В якості ідеї для подальшої розробки представлені рукавички, сканери яких будуть розташовані на подушках пальців. Вони будуть сканувати поверхню, обробляти отриману інформацію в додатці після чого текст буде транслюватися в навушниках.

Ключові слова: особа з особливими потребами, шрифт Брайля, голосовий асистент.

ANALYSIS OF TECHNOLOGIES TO ENSURE A COMFORTABLE EXISTENCE IN SOCIETY OF PERSONS WITH VISUAL IMPAIRMENT

Ye. Iusubov, M. Sverchkov, D. Almosov, A. Mykhailenko, A. Lvov

Kharkiv National University of Radioelectronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: yevhen.iusubov@nure.ua

Abstract: The paper deals with the basic technologies for ensuring the comfortable existence in society of persons with impaired vision, depending on the sphere of life activity and the ability of the person to process information. As an idea for further development are gloves, scanners of which will be located on the pillows with your fingers. They will scan the surface, process the information received in the application, and then the text will be broadcast in headphones.

Key words: disabled person, Braille font, voice assistant

Проблема забезпечення прав кожної людини на можливість повністю реалізувати свій потенціал, приносити користь суспільству і стати повноцінним його членом [1] набуває для України особливо актуального значення внаслідок погіршення екологічного та соціально-політичного стану.

Життєдіяльність людини відбувається у складному та мінливому середовищі, тому вона потребує вміння орієнтуватися в навколишніх умовах і пристосовувати до них свої дії. Людина отримує різноманітну інформацію про навколишній світ, сприймає його різноманітні ознаки за допомогою сенсорної системи або органів чуття. Через обмеження зорових, слухових, дотикових, рухових та інших стимулів, які завжди слугують звичним фоном життєдіяльності людини, може настати штучний інформаційний голод.

Відтворення інформації для незрячих надзвичайно актуальна і підкріплена стрімким розвитком новітніх технологій, які використовує видавничо-поліграфічна, приладобудівна та інформаційні галузі.

Адже інтеграція людей з порушеннями зору в соціум є складним і неоднозначним процесом [2]. На даний час для незрячих осіб розроблені різної складності технічні засоби і пристрої: прості пристрої для всування нитки в голку, тростинки для самостійного пересування, пристрої для ручного писання шрифтом Брайля, спеціальні пишучі машинки для програмістів ЕОМ, прилади для рельєфного креслення і малювання.

Аналіз наукової та патентної літератури свідчить, що дослідження в сфері удосконалення технології відтворення інформації для незрячих має першочергове значення для їх психологічної рівноваги, соціальної адаптації та активної участі у суспільних процесах [3].

Гуманність і толерантність будь-якого суспільства перевіряється ставленням до людей з особливими потребами. Адже зазвичай людям з інвалідністю не хвороба створює обмеження діяльності, а умови життя, які пропонуються цим суспільством громадянам з обмеженими функціональними можливостями.

Окрім того, проблема осіб з інвалідністю набуває для України особливо актуального значення внаслідок погіршення екологічного та соціально-політичного стану. Тому назріла необхідність створення програм із залучення осіб з інвалідністю до всіх сфер життя суспільства та створення умов доступності для них закладів охорони здоров'я, зайнятості, освіти та інш.:

1. Сфера охорони здоров'я. В сфері охорони здоров'я існує найбільша кількість розробок для даної категорії осіб, так як вади зору у людини, і тепер і в минулому, на різних етапах розвитку цивілізації у суспільстві мали неоднозначні критерії оцінки людської неповноцінності [2], а отже вважаються такими що потребують «лікування».

2. Сфера освіти для людей з інвалідністю. Ця сфера теж дуже стрімко розвивається так як освіта є важливим чинником соціальної інтеграції та автономії всіх людей, в тому числі і людей з інвалідністю. Вона охоплює всі періоди життя людини і повинна включати нові концептуальні підходи, що охоплюють соціально-економічні, науково-методологічні, програмно-технічні та інформаційні аспекти. А це, у свою чергу, вимагає розробки та впровадження освітніх систем, які б гарантували рівність можливостей всіх людей на доступ до шкільної, професійної та вищої освіти [4].

Основними засобами відтворення інформації для незрячих у сфері освіти, що були винайдені ще у IX столітті, але зі стрімким розвитком новітніх технологій, які

використовує видавничо-поліграфічна галузь залишаються продукти, з використанням технології відтворення шрифту Брайля.

Шрифт був розроблений у 1824 році французом Луї Брайлем, сином шевця, завдяки нещасному випадку. Луї у віці трьох років поранився в майстерні батька шорним ножом, через що почалося запалення ока, хлопчик втратив зір. У віці 15 років Луї створив свій рельєфно-крапковий шрифт як альтернативу рельєфно-лінійному шрифту Валентина Гаюї. У той час такий шрифт використовувався військовими для запису повідомлень, які можна було прочитати у темряві [5].

Як відомо, в основі шрифту Брайля лежить комбінація шести крапок. Усі крапки розташовані в два стовпчики по три крапки в кожному і пронумеровані в кожному стовпчику зверху вниз, починаючи з верхньої крапки лівого стовпчика при читанні і з першої верхньої крапки правого стовпчика при письмі. Техніка письма по Брайлю передбачає наколювання крапок справа наліво, а для читання лист паперу перегортається таким чином, щоб можна було навіпамацьки знайти випуклі букви, які вже сприймаються дзеркально [5].

Рельєфні зображення, призначені для зчитування пальцями незрячих осіб, можуть бути відтворені з використанням різних технологій та методів. При виборі способу нанесення рельєфно-крапкових елементів враховують: витрати на виробництво, час, необхідний для друку одного примірника механізацію технологічних операцій. Вибір технології відтворення шрифту Брайля також залежить від області застосування, призначення, категорії користувачів і наявних ресурсів.

На даний час шрифт Брайля використовується не тільки для друкованої продукції, він переходить на рівень інформаційних технологій. Так, існує спеціальний технічний засіб – брайлівський дисплей. За його допомогою текст з екрана монітора відтворюється на дисплеї рельєфно-крапковим шрифтом. Цей пристрій дає можливість незрячій дитині розпізнати незрозумілі на слух граматичні нюанси: правильне написання слова, велику літеру, наявність дефісу або інших знаків мови. Брайлівський дисплей є незамінним під час редагування текстів (рис. 1), звукозапису та інших операцій, які вільно може виконувати особа з порушеннями зору.

Щоб спростити доступ до літератури використовують сканер: скановані сторінки після



Рисунок 1 – Редагування тексту за допомогою брайлівського дисплею

розпізнавання відповідними програмами стають доступними для прочитання без сторонньої допомоги. Існує низка інших сучасних тифлозасобів, які відчутно допомагають незрячим і спрощують їх доступ до друкованої інформації.

Додатково використовуються різноманітні традиційні засоби, що полегшують процес здобуття знань і засвоєння навчального матеріалу.

Серед них – брайлівський транспорт, приладдя для рельєфного малювання, клейкі стрічки для контурування меж або створення образів різних предметів, рельєфні мапи і

глобуси, брайлівський папір тощо.

3. Побутова сфера (спілкування, орієнтація, працевлаштування). Розвиток у незрячих осіб навичок просторової та побутової орієнтації сприятиме їх мобільності, самостійності, впевненості, що забезпечить адаптацію на соціальному та особистісному рівнях. До соціальної дезадаптації можуть призвести труднощі у міжособистісній взаємодії з оточуючим середовищем. Процес встановлення соціальних контактів ускладнюється

неможливістю відслідковувати невербальне спілкування за допомогою зору. Однак, під час спілкування незрячі люди можуть орієнтуватися на інтонацію, паузи, тембр, рух повітря та ін. [6].

Соціальне сприйняття — це складний процес сприйняття соціальних об'єктів, який забезпечує пізнання та розуміння людьми одне одного. Показано, що при упізнаванні людини сліпі із залишковим зором орієнтуються на слухову (80–90 %), нюхову (33 %) та тактильну інформацію (16 %), що підтверджує полісенсорну природу сприйняття іншої людини, як і за умов нормального зорового досвіду [7]. Однак ступінь і характер порушень зору визначають особливості соціального сприйняття.

ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ. Треба зауважити, що не всі сліпі та слабозорі люди користуються системою Брайля для письма та читання текстів. Проте, для тих, хто знає як писати Брайлем, було б набагато легше та швидше спілкуватися за допомогою їх мови, ніж вивчати інші додаткові стратегії. Крім всього іншого, більша частина сліпих людей знає хоча б базис алфавіту Брайля [8].

У цій роботі ми розглянемо варіанти для полегшення життя людей з вадами зору. Перше для чого був розроблений проект була ідея безпеки людини (рис. 2).

У цьому нам допоможуть такі аксесуари як окуляри, в яких буде вбудовано 4 камери: 2 спереду і по 1 з кожного боку (а), а також спеціальні навушники (б). Для них буде створено окремий додаток – «Голосовий асистент» (в).

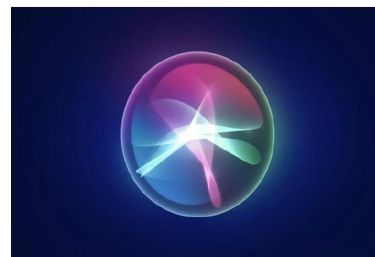
«Голосового асистента» можна буде викликати при довгому натисненні на гарнітуру після чого дати йому завдання: зателефонувати комусь, завести будильник, додати замітку і т.д. Додаток буде так само підключеним до навігатора. При побудові маршруту голосовий помічник буде підказувати власнику куди слід йти. Для цього знадобляться вищезгадані окуляри, які будуть відстежувати обстановку і повідомляти власника про навколишнє середовище: підходячи до дороги відстежувати якщо немає поблизу машин, про світлофори, знаки дорожнього руху, озвучувати номер транспорту який під'їхав та інше. Вся концепція даного проекту зав'язана на взаємодії камер, що аналізують оточення обстановку і голосовому помічнику що повідомляє власнику через навушники про подальші дії і можливу небезпеку. Це те, що стосується виходу в соціум, але що на рахунок більш підручних девайсів для читання?



а)



б)



в)

Рисунок 2 – Складові системи «Голосовий асистент»

Як відомо, найпоширенішим способом читання для сліпих є шрифт Брайля, але він використовується далеко не скрізь. Тому були придумані рукавички, сканери яких будуть розташовані на подушках пальців. Вони будуть сканувати поверхню, обробляти отриману інформацію в додатці після чого текст буде транслюватися в навушниках. За допомогою них особи з вадами зору будуть в змозі читати різного роду оголошення, будь-які книжки, вчитися в університеті і все це на будь-якій мові. Адже після сканування, додаток буде обробляти текст у відповідність з обраною вами мови.

ЛІТЕРАТУРА

1. Конвенція про права осіб з інвалідністю [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/995_g71
2. Клопота, Є. А. Теоретичний аналіз бар'єрів інтеграції в суспільство осіб з порушеннями зору / Є. А. Клопота // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 19 : Корекційна педагогіка та спеціальна психологія : зб. наук. праць. – Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2013. – Вип. 24. – С. 306-310.
3. Потимко О.З. – Іновації у сфері реабілітації осіб з вадами зору: освітні перспективи і ринок праці // Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції «Сучасний світ і незрячі» (20 – 21 жовтня 2011 р., м. Луцьк). – К., 2011 – С. 194 – 206.
4. Впровадження результатів експерименту щодо організації інтегрованого інклюзивного навчання осіб з особливими освітніми потребами / Семенець В. В., Павлиш В. А., Невлюдов І. Ш., Федасюк Д. В., Филипченко О. І. // матеріали Міжнародної наукової конференції «Сціально-гуманітарні дослідження та інноваційна освітня діяльність» 24-25 травня 2019 р.м. Дніпро: СПД «Охотнік», 2019. – С. 428 - 432.
5. Лабецька М.Т., Гавенко М.М. Застосування 3-D технології в інклюзивному середовищі. Технологія і техніка друкарства. 2017. №1(55). – С. 47–54;
6. Клопота, Є. А. "Адаптивний потенціал особистості з вадами зору." Вісник Харківського національного педагогічного університету імені ГС Сковороди. Психологія 46 (1) (2013). – С. 84-89.
7. Шмалей, С., Редька, І. В. (2017). Особливості соціального пізнання при вадах зору // Медична психологія, 2017, № 2. – С. 21 -26
8. Вахріна, В. А. (2014). Проектування та розробка мобільного додатку ANDROBRILLE для людей з вадами зору. Молодий вчений, (6 (1)), 20-24.

***Науковий керівник:** Филипченко Олександр Іванович, д-р техн. наук, професор кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки*

УДК 681.3: 621.316.72

СТВОРЕННЯ МАКЕТУ ЕЛЕКТРОННОГО ЗАМКУ ДЛЯ ЧАСТНОГО ТА КОРПОРАТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ

С. С. Гоцкало, О. В. Ключко, А. А. Панков, К. В. Хіхля
Харківський національний університет радіоелектроніки
Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14
E-mail: serhii.hotskalo@nure.ua

Анотація: У роботі зроблений огляд існуючих систем електронних систем безпеки та розроблений робочий макет на основі мікропроцесорного модулю. Була розроблена структурна схема та принципова схема пристрою, побудованого на основі мікропроцесорного модулю ArduinoLeonardo. Описані переваги та недоліки цього типу системи доступу.

Ключові слова: Електронний замок, мікро-процесор, Arduino.

CREATION MODEL ELECTRONIC LOCKS FOR PRIVATE AND CORPORATE USE

S. Gotskalo, O. Kliuchko, A. Pankov, K. Khikhlya

Kharkiv National University of Radioelectronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: serhii.hotskalo@nure.ua

Abstract:The paper considers of existed electronic security systems and create created a working maket based on a microprocessor module. Structure scheme and principal structure scheme based on ArduinoLeonardo microprocessor module was developed. The advantages and disadvantages of this type of access system are described.

Keywords: Electronic lock, microprocessor, Arduino.

У наш час технічний прогрес стрімко крокує вперед і кардинально змінює всі сфери людської діяльності, швидше ніж в будь-який інший період історії. Якщо раніше потрібно було наймати охоронця для забезпечення приватності території, то зараз на поміч прийде електронна система охорони. Як, наприклад, електронна система кодового доступу. Для цього треба спроектувати схему для електронного кодового замку [1] та розробити відповідну програму для мікроконтролера, на базі якого спроектовано систему [2].

ОСНОВНІ ВИДИ ЗАМКІВ НА РИНКУ. Найбільш доступними та популярними є Arduino, STM8, STM32, RaspberryPi та AVR. Для цього проекту більш презентабельним здається ArduinoLeonardo, бо вона має багато компактний вигляд та дуже велику кількість контактів, що дозволяє підключати велику кількість різних пристроїв. Для економії ми можемо взяти репліку цього мікроконтролеру, по функціоналу вони не різняться, але ціна більш приваблива. Отже, наш вибір - мікроконтролер Mega в складі комплекту Arduino [3]. Відмінні особливості Arduino від його конкурентів:

1. Низька вартість,

2. Наявність великої кількості вже реалізованих бібліотек для різних пристроїв, які дозволяють програмісту позбутися опису різного роду низькорівневих операцій.

3. Наявність власного IDE (інтегрованого середовища розробки), код написаний в якому може бути легко завантажений на більшість інших мікроконтролерів на базі різних процесорів, який використовує Arduino.

СТРУКТУРА ТА СПОСІБ ЗАСТОСУВАННЯ. Електронним замком ми називаємо замки, в котрих використовуються логічні операції на рівні мікроконтролеру або електромеханічні схеми. Це і електромагнітні, і кодові, і електромеханічні, і біометричні, і замки-невидимки, і складні системи контролю доступом. Конструкції замків різні, але можна виділити основні складові частини:

1. замикаючий механізм;

2. зчитувач – спеціальний датчик, що приймає сигнал про відчинення дверей;

3. ідентифікатор власника (ключ) – магнітний брелок або карта з мікрочіпом, електронний «ключ-таблетка», біометричний пристрій-сканер, пульт дистанційного

4. мікроконтролер, що управляє інформацією і обробляє її;

5. акумуляторна батарея для безперебійного електроживлення.

Електронні замки за способом відмикання/замикання поділяються на електромагнітні та електромеханічні замки. У перших двері в закритому стані утримує потужний електромагніт, а у других замикаючі ригелі висуваються і ховаються міні електромотором під впливом керуючого сигналу.

До переваг електронних замків можна віднести велику секретність і надійність, унеможливлення відкрити замок механічною силою (для більш надійності можна поставити сигналізацію при механічному пошкодженні замку), дистанційне керування, велику кількість різних способів відчинення, при проблемах можна безпроблемно замінити код доступу.

Також велика перевага у тому, що мікро чіп дозволить відстежувати та записувати час, спосіб відкриття замку, а також для покращення безпеки можливо забезпечити відеоспостереження. У журнал чіп зможе робити знімок людини, яка відкрила замок, це дозволить максимально розробити приватність та надійність охоронної системи. Але єдиний мінус – унеможливлення використання даного типу замку у місцях, де не є прямий доступ до електричного струму, бо акумуляторна батарея має вичерпаний ресурс, і потребує підзарядки.

Головні вимоги до апаратної частини

- низьке споживання струму процесором;
- наявність візуальної індикації стану системи;
- забезпечення працездатності при відключенні від мережевого живлення;
- наявність звукової індикації при натисненні кнопок;

Структурна схема пристрою наведена на рис. 1.

Мікропроцесорний модуль (МП) виконує функцію обробки даних, які надходять до нього від органів керування – кнопочового пульта (КП) та пульта управління (ПУ), керує роботою виконавчого механізму (ВМ) та елементами світової (СІ) і звукової (ЗІ) індикації.

КП має десять кодових кнопок, шляхом натискання на котрі користувач вводить код, а також кнопку переходу в інтерактивний режим.

ПУ містить кнопки перезавантаження МП та переходу у режим зміни коду.

ВМ містить замикаючий механізм та електромагнітне реле управління.

СІ являє собою світлодіоди для індикації стану системи.

ЗІ – звуко-випромінюючий пристрій, що здійснює звукову індикацію при натисканні кнопки на КП.

Побудова принципової схеми наведена на рис. 2. Кнопочовий пульт має 10 кодових кнопок, одну кнопку для переходу в режим інтерактивного вводу коду та семі-сегментний індикатор для відображення інформації в інтерактивному режимі, данні на який видаються з мікроконтролера через дешифратор K176ID.

Транзистори VT1 – VT8 є буферними елементами для підсилення вихідних сигналів мікропроцесору.

Світова індикація здійснюється за допомогою світлодіодів.

Звукова індикація забезпечується бузером.

Електромагнітне реле K1 забезпечує роботу логічної схеми та індикації, а K2 – подає живлення на котушку електромагніту замикаючого пристрою.

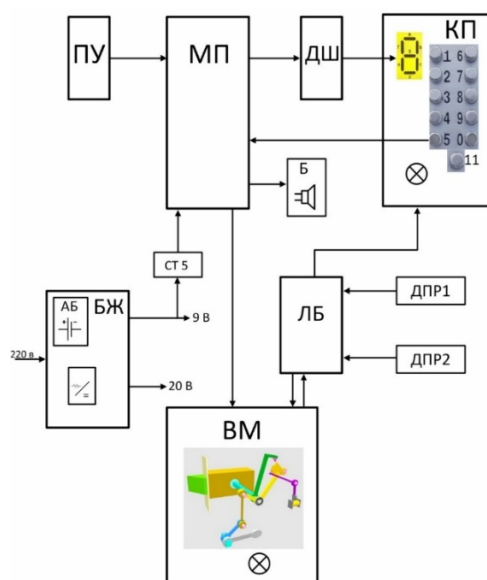


Рисунок 1 – Структурна схема пристрою

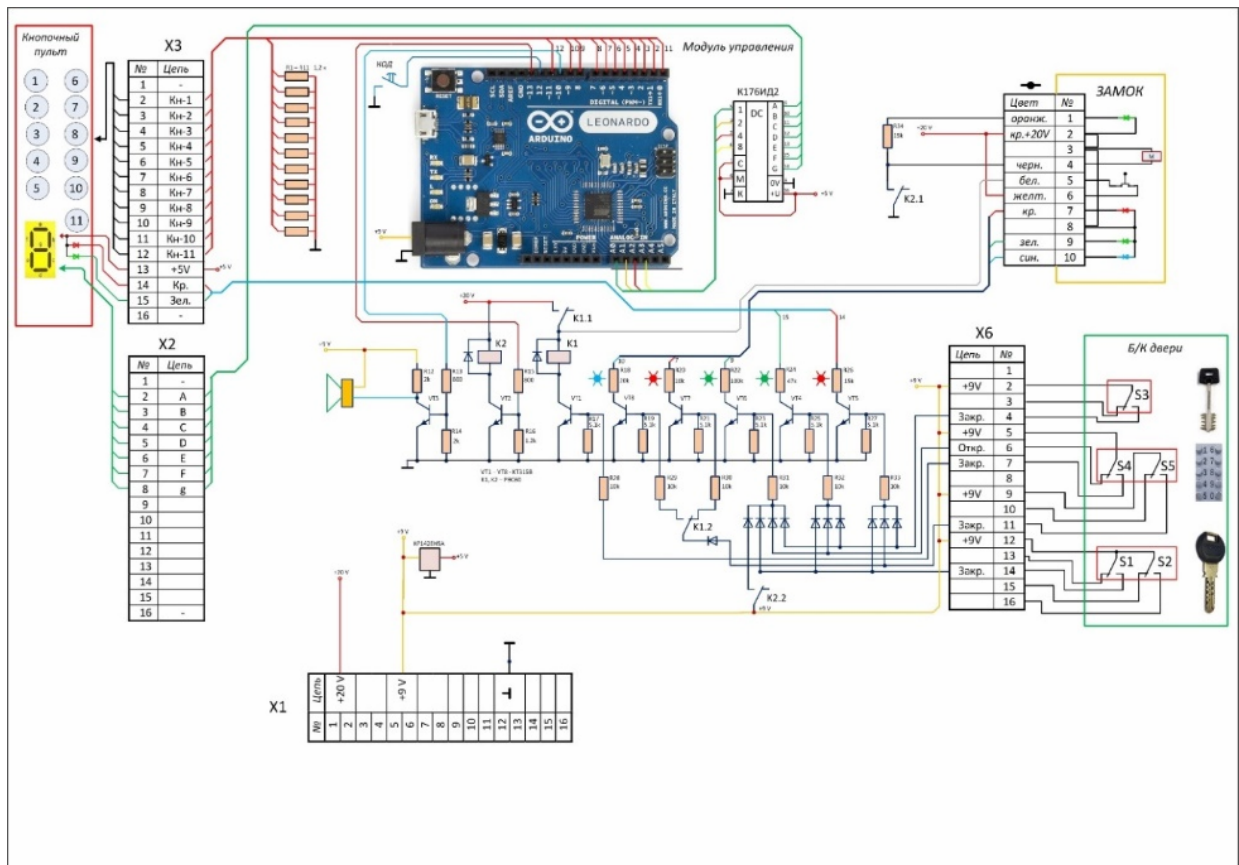


Рисунок 2 – Принципова схема електронного замку

Живлення схеми здійснюється напругою 9В та 12В.

Інтегральний стабілізатор КР142ЕН5А, котрий отримує живлення напругою 9В, призначений для живлення мікропроцесорного модулю напругою 5В.

Блок живлення забезпечує роботу пристрою від мережі змінного струму 220В потрібними напругами.

Акумулятор (АК) є резервним джерелом живлення у разі відсутності напруги у мережі 220В.

У початковому стані на кнопковому пульті горить червоний світлодіод, що сигналізує про те, що ригель замку знаходиться в положенні «зачинено», при цьому механічний замок знаходиться в положенні «відчинено». Якщо механічний замок знаходиться в стані «зачинено», світлодіод буде горіти жовтим кольором. В цьому випадку необхідно спочатку відкрити механічний замок (механічний та кодовий замки діють узгоджено).

Відкриття кодового замку здійснюється послідовним натисненням кодових кнопок в заданому порядку. Введений код аналізується процесором і у разі правильного набору коду, буде поданий сигнал на включення електромагнітного реле К2, яке своїми контактами подає живлення на електромагніт виконавчого механізму, світлодіод на кнопковому пульті загориться зеленим кольором. При цьому, спрацювання електромагніту виконавчого механізму (рис. 3) призводить до виникнення механічного зв'язку між ригелем кодового замка і ручкою механічного замка. Це виключає необхідність мати потужне джерело для живлення електромагніту приводу ригеля.

При розпізнаванні процесором коду як невірною, сигнал на включення реле К2 не видається, а лічильник кількості неправильно введених комбінацій, що знаходиться в пам'яті процесора, збільшується на 1. При значенні лічильника менше трьох (3), у користувача є можливість повторного введення правильного коду. При значенні лічильника рівним трьом (3) процесор приймає дії користувача як спробу підбору коду і блокує роботу системи на певний час.

У разі необхідності приховування від сторонніх введення правильного коду, користувач має можливість увійти в режим інтерактивного введення коду. Для цього необхідно натиснути на кнопковому пульті відповідну кнопку. При цьому на цифровому індикаторі буде показана послідовність випадкових чисел, використовуючи яку, користувач повинен за відомим йому алгоритмом ввести вірний код.

Для активації режиму зміни коду необхідно натиснути відповідну кнопку на пульті управління. Після цього за допомогою натискання відповідних кнопок вводиться новий код і задається алгоритм функціонування інтерактивного режиму.

Для відкриття дверей з приміщення необхідно натиснути на кнопку, розташовану на корпусі замку. При цьому, світлодіод на корпусі замку загориться синім світлом. Після цього, двері відкриваються натисканням ручки механічного замку.

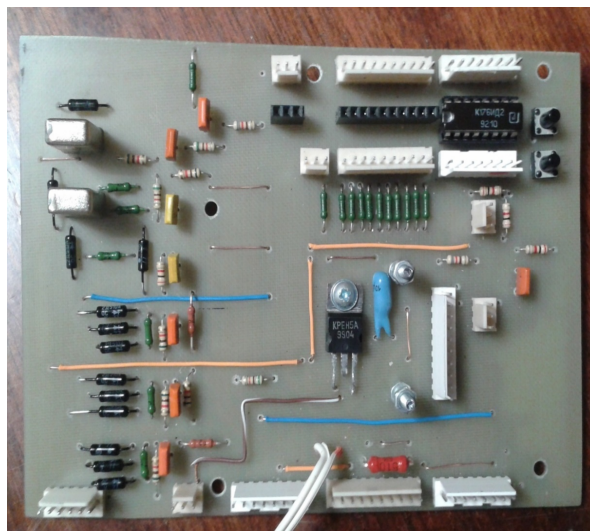


Рисунок 3 – Фото плати без модуля мікропроцесору

У роботі зроблений огляд існуючих систем електронних систем безпеки та визначено загальні принципи їх побудови. На підставі виявлених переваг та недоліків даних систем розроблений робочий макет на основі мікропроцесорного модулю. Була розроблена структурна схема та принципова схема пристрою, побудованого на основі мікропроцесорного модулю ArduinoLeonardo.

ЛІТЕРАТУРА

1. Цирульник С. М. Автоматизація проектування мікропроцесорних систем контролю доступу та охорони [Текст] / С. М. Цирульник, С. І. Перевозніков, В. С. Озеранський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. - 2009. - № 1. - С. 10-14.
2. Манжай, О. В. "Використання замків у забезпеченні безпеки об'єктів інформаційної діяльності." Системи обробки інформації 4 (2) (2012): 47-50.
3. Arduino Uno. [Електронний ресурс].- Режим доступу <http://amperka.ru/product/arduino-uno>

Науковий керівник: *Невлюдов Ігор Шакирович, д-р техн. наук, професор кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки*

СТАН СУЧАСНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ДРОНІВ, СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ДРОНАМИ, КОНСТРУКЦІЇ КОПТЕРІВ, ЕЛЕМЕНТИ КОПТЕРІВ, SOLIDWORKS

Е. Ю. Козейчук

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: kozejchukk1997@gmail.com

Анотація: В роботі проведено аналіз вимог технічного завдання, аналіз сучасного ринку квадрокоптерів та аналіз аналогічних конструкцій дронів. Розглянуто конструктивні особливості квадрокоптерів. Також було розглянуто існуючі системи управління дронами та їх можливості. Розроблено структурну схему трикоптера. Обґрунтовано вибір елементів трикоптера. Виконані розрахунки потужності двигуна EMAX RS1306 Racing Edition 4000KV.

Для конструювання 3D-моделі макету трикоптера обрано програму SolidWorks. На основі отриманих результатів, виконано розробку макету трикоптера.

Ключові слова: трикоптер, квадрокоптер, дрон, схема.

STATUS OF MODERN DESIGN OF DRONES, DRONS MANAGEMENT SYSTEMS, COPTER CONSTRUCTIONS, ELEMENTS OF COPTERES, SOLIDWORKS

E. Kozeychuk

Kharkiv National University of Radioelectronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av., 14

E-mail: kozejchukk1997@gmail.com

Annotation: In the certification work of the bachelor, an analysis of the requirements of the technical task, analysis of the current market of quadcopters and analysis of similar designs of drones were conducted. The constructive features of quadcopter machines are considered. Also reviewed were the existing drones management systems and their capabilities. A tricopter structural scheme is developed. The choice of elements of a tricopter is substantiated. Calculations of engine power of the EMAX RS1306 Racing Edition 4000KV have been performed.

SolidWorks was selected to construct the 3D-model of the trikopter layout. On the basis of the obtained results, a tricopter model was developed

Key words: tricopter, quadcopter, drone, scheme.

Безпілотні літальні апарати або іншими словами дрони в наші часи є дуже актуальною темою для обговорення. Оскільки сфера їх застосування не має меж. Їх можливо використовувати як пристосування для розваг і приємного проведення часу так і для більш глобальних цілей як наприклад дослідження космосу.

На даний момент існує дуже багато різновидів коптерів з яких можна виділити 3 основні види: міні-коптери складають 23%, квадрокоптери 73% і мультикоптери 3%.

Квадрокоптер – це безпілотний літальний апарат який має 4 осьову конструкцію на променах якої розміщені 4 двигуна. Ця конструкція дуже проста, але має свої переваги перед іншими БПЛА такі як висока маневреність, вантажопідйомність, стійкість так як така конструкція менш схильна до вібрацій.

Мультикоптери також мають 4-х осьову конструкцію як і квадрокоптери, але бувають і моделі які мають менше або ж більше осей. Так як мультикоптер може мати більше осей, а відповідно і двигунів він отримує переваги перед квадрокоптером, а саме велику вантажопідйомність і велику маневреність.

Але у мультикоптерів є і недолік, а саме їх дороговизна в обслуговуванні, складність конструкції за рахунок чого вони стали відноситися до професійного рівня.

Міні-квадрокоптер – це зменшена версія класичного квадрокоптеру. Звичайно міні-квадрокоптер не перевищує 10 см в розмірі по довжині і ширині і 100г вагою.

Одним із видів мультикоптерів є трикоптер. Трикоптер – достатньо рідкий різновид мультикоптерів. Маючи всього три пропелера, неможливо компенсувати обертаючий момент за допомогою пар, обертаються в протилежному напрямку як це робиться на квадро, гекса, окто і інших коптерах. В трикоптерах замість цього використовують механізм нахилу заднього ротора, який дозволяє відхилити його вектор тяги від вертикалі і таким чином керувати ризиканням. Переваги даної схеми для мого проекту:

- підвищена маневреність по осі ризикання, яка у звичайних коптерів є найповільнішою і неточною. Зниження ваги за рахунок використання всього трьох моторів.

- велика відстань між передніми роторами дозволяє розмістити камеру так, що пропелери не будуть потрапляти в поле зору, не виносять її далеко від центру коптера.

Недолік – підвищена механічна складність, необхідний шарнір для кріплення заднього мотору і сервопривід для керування ним.

Трикоптер – це безпілотний літальний апарат, котрий має 3 осьову конструкцію на променях якої розміщуються 3 двигуни. Його основна відмінність від інших квадрокоптерів в тому, що в трикоптерах використовуються механізм нахилу заднього ротора за допомогою якого і здійснюється керування ризиканням.

Трикоптер буде складатися з рами, яка буде виконана в Т образному вигляді і на ній буде закріплено все бортове обладнання, а саме:

- 3 двигуна;
- електронний регулятор швидкості (ESC);
- політний контролер
- радіоприймач;
- акумулятор;
- сервопривід.

Структурна схема трикоптера представлена на рисунку 1

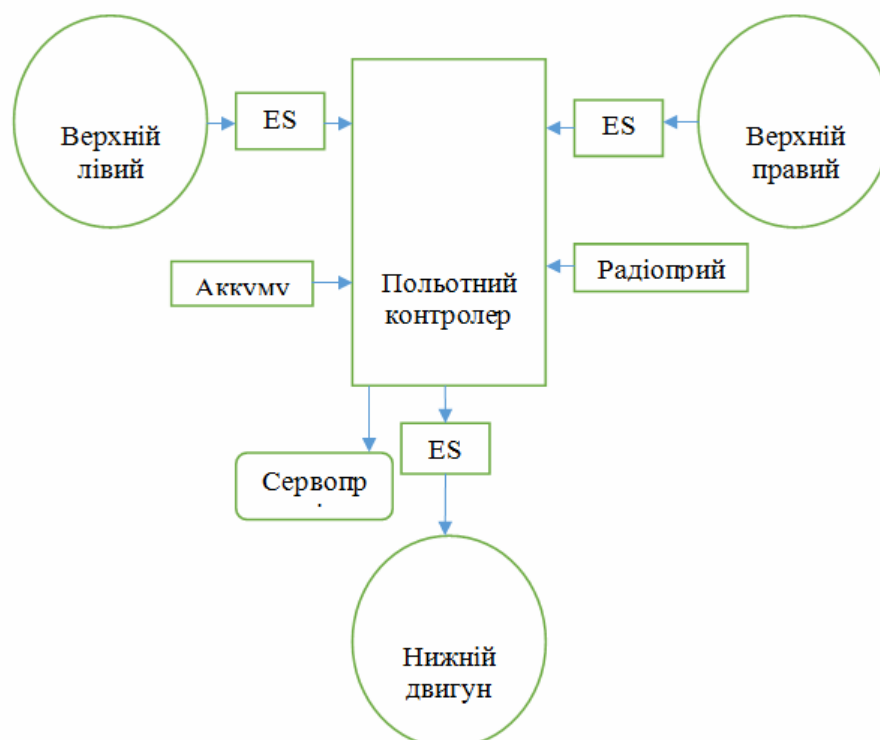


Рисунок 1 – Структурная схема трикоптера

Для побудови трикоптера було розроблено 3D модель в програмі – SolidWorks, яка вже добре зарекомендувала себе. SolidWorks з самого початку орієнтований ТІЛЬКИ на середу WINDOWS, що дозволяє говорити про його простоту, доступність в освоєнні, дешевизні, і, отже, ефективності. На рисунку 2 представлено 3D модель трикоптера.

Після побудови 3D-моделі трикоптера було проведено фінальну збірку трикоптера. На рисунку 3 представлено фінальну збірку трикоптера.

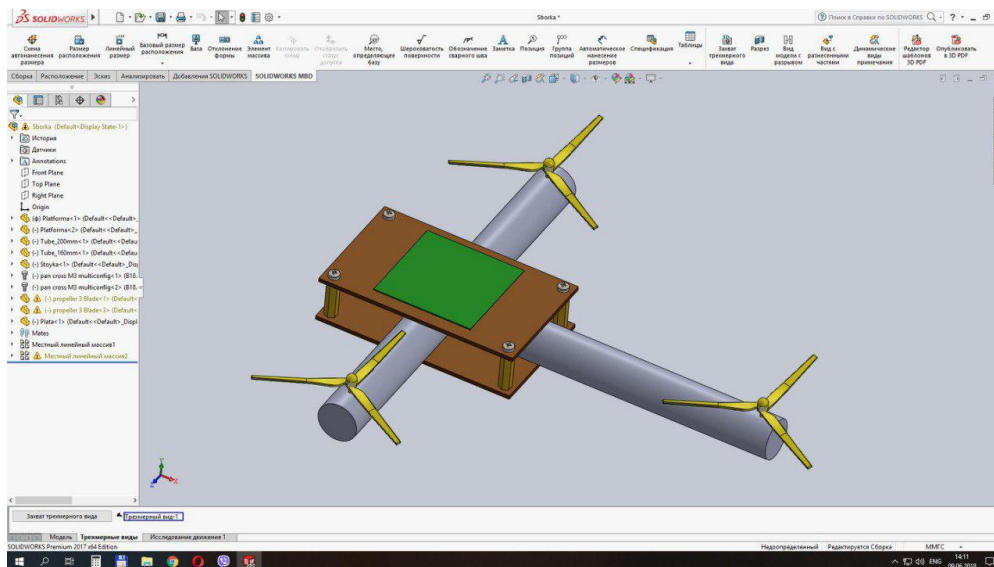


Рисунок 2 – 3D-модель трикоптера

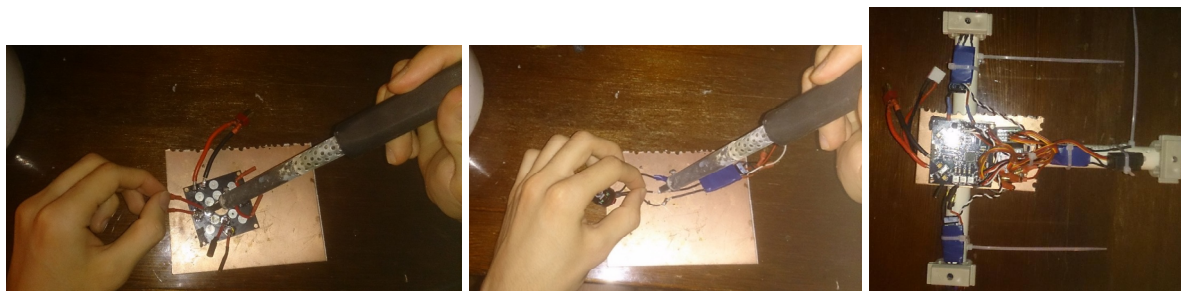


Рисунок 3 – Фінальна збірка трикоптера

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 3008-2015. Державний стандарт України. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення [Текст] – Чинний від 01.01.96.
2. Представлен первый беспилотник Xiaomi - Mi Drone [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.xiaomi.ua/news-and-actions/predstavlen-pervyy-bespilotnik-xiaomi-mi-4k-drone/> (Дата обращения 14.03.18). – Заглавие с экрана.
3. Характеристики Квадрокоптер Xiaomi Mi Drone (4k) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru-mi.com/kvadrokofter-xiaomi-mi-dron-4k> (Дата обращения 14.03.18). – Заглавие с экрана.
4. Тарг, С. М. Момент инерции // Физическая энциклопедия / Гл. ред. А. М. Прохоров. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1992. – Т. 3. – С. 206-207. – 672 с. – ISBN 5-85270-019-3]:

Науковий керівник: Бортнікова Вікторія Олегівна, к.т.н., асистент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки

МОДЕЛЮВАННЯ ГНУЧКОГО ВИРОБНИЧОГО МОДУЛЯ БАГАТОШАРОВИХ ТОВСТОПЛІНКОВИХ ПЛАТ

С. А. Васюта

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14

E-mail: stanislav.vasiuta@nure.ua

Анотація: Проведено аналіз типових схем розташування основного технологічного обладнання ГВМ. Також було розглянуто живильники, які входять до складу складальних ГВМ, якими оснащується практично кожна з робочих позицій складального модулю.

Ключові слова: Гнучкий виробничий модуль, автоматизація виробництва, живильник.

MODELING OF FINE MANUFACTURING MODULE OF MULTILAYER TILT PLATES

S. Vasyuta

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, pr. Nauki, 14

E-mail: stanislav.vasiuta@nure.ua

Annotation: The analysis of typical layouts of the main technological equipment of the FPM is carried out. Also considered feeders that are part of the assembly FPM, which is equipped with virtually any of the working positions of the assembly module.

Keywords: Flexible production module, automation of production, feeder.

Гнучкий виробничий модуль виконує основну функцію технологічного процесу – технологічну дію на об'єкти в автоматичному режимі, що забезпечується, крім використання програмно-керованого обладнання, також наявністю та узгодженою роботою інших вхідних функціональних пристроїв і механізмів. Технологічне обладнання, що включається до складу ГВМ, має забезпечити максимальну концентрацію технологічних операцій, високу надійність роботи. Диспетчерська задача інтелектуального аналізу ходу ТП може вирішуватись анімаційною моделлю процесу.

Гнучкий виробничий модуль (ГВМ) – це одиниця технологічного обладнання з числовим програмним керуванням (ЧПК) і засобами автоматизації технологічного процесу, яка автономно функціонує, здійснює багаторазові автоматичні цикли, має властивість автоматизованого переналагодження при виробництві деталей та виробів довільної номенклатури в межах його технологічного призначення і встановлених паспортом технічних параметрів та характеристик, а також можливість вмонтовування в гнучку виробничу систему (ГВС). У загальному випадку ГВМ можуть включати: локальні накопичувачі, касети або палети, пристрої завантаження-вивантаження, технологічного оснащення, автоматизованого контролю (в тому числі діагностики), переналагодження та ін.

При малосерійному характері виробництва в ГВМ використовується обладнання з ЧПК, яке відрізняється широкою універсальністю. Зі збільшенням обсягу партії деталей і переходом до серійного виробництва ГВМ у великій мірі оснащуються високопродуктивним спеціалізованим обладнанням із ЧПК (наприклад, агрегатним обладнанням із заміною багатошпindelних головок, інструментальних блоків). Закріплення за ГВМ певних технологічних операцій та інструментів дає змогу вести обробку (складання) деталей з високою продуктивністю.

Застосування в ГВС методів групової технології дає можливість у серійному виробництві обробляти деталі збільшеними партіями за умови їх технологічної однотипності без

істотного переналадження елементів ГВС. Обладнання в цьому разі встановлюється в порядку послідовності виконання операцій, завдяки чому суттєво підвищується серійність виробництва й збільшується кількість однотипних деталей в групі. Це створює передумови і для використання однотипних засобів технічного та технологічного оснащення (в тому числі промисловий робот), обслуговуючих процеси з груповою технологією. Разом із тим знижуються експлуатаційні витрати на обслуговування типового обладнання. Тому в основі побудови ГВМ лежить оцінка типових схем розташування основного технологічного обладнання.

При використанні промислового робота як для внутрішньо- та міжопераційних транспортних засобів ГВМ найбільш раціональними є схеми їх компоновки, представленні на рисунку 1, де 1 – промисловий робот, 2 – пристрій подавання, 3 – металорізний верстат або інше технологічне обладнання, 4 – тара чи відвідний пристрій, 5 – міжопераційна транспортна система.

Основними ознаками таких схем компоновки ГВМ є: обслуговування одним промисловим роботом (ПР) однієї одиниці технологічного обладнання (рис. 1, а); обслуговування одним ПР групи з двох-чотирьох одиниць технологічного обладнання при послідовному циклі виготовлення деталей (рис. 1, б). У всіх цих схемах функції прилади подання (ПП) можуть виконувати тактові чи координатні столи із заготовками (при обробці) або комплектуючими деталями (при складанні), що встановлюються окремо чи знаходяться в тарі (зокрема, в касетах). ПР, які входять до складу ГВМ, можуть бути підлогового, порталного виконання або вмонтованими в технологічне обладнання.

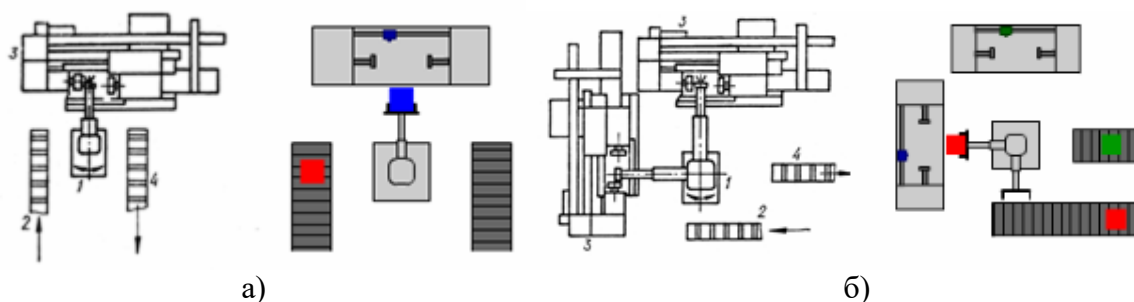


Рисунок 1 – Схеми компоновки ГВМ

Особливу групу пристроїв, які входять до складу складальних ГВМ, складають живильники, якими оснащується практично кожна з робочих позицій складального модулю.

Їх призначення – автоматичне накопичення в орієнтованому положенні компонентів складання, транспортування та подавання останніх у робочу зону ПР. Таким чином, ці пристрої виконують в складальному ГВМ три функції:

- підтримання робочого середовища (об'єктів складання) в упорядкованому стані;
- живлення комплектуючими деталями робочих позицій ПР;
- компенсацію дисбалансу операційного та позациклових втрат часу на окремих робочих позиціях.

На рисунку 2 зображені деякі з найбільш характерних живильників ГВМ, які знайшли широке застосування в ГВС, у т

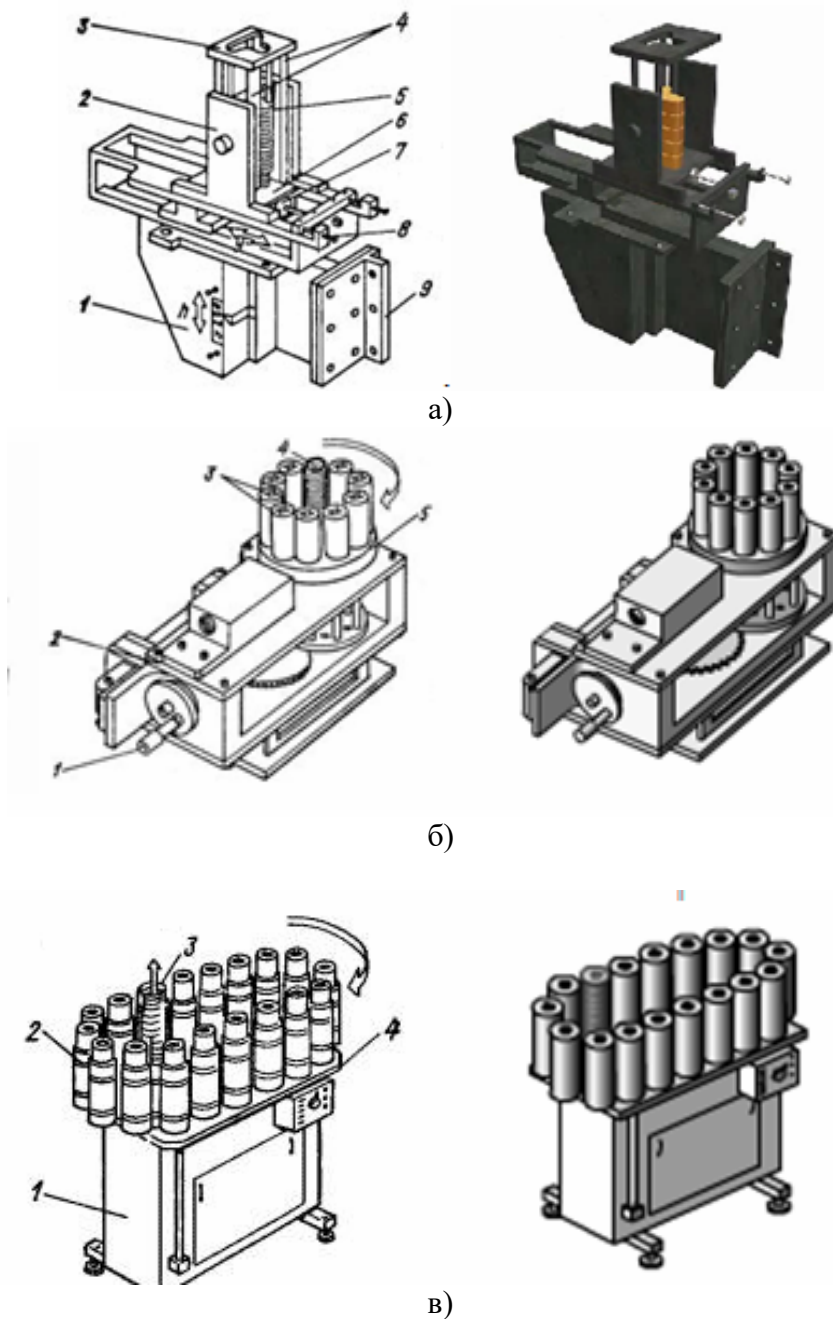


Рисунок 2 – Живильники ГВМ

Шибєрний живильник (рис. 2, а) представляє собою рухому каретку 2 з основою 6, яка приводиться в рух (по осі у) подавальним пневмоциліндром 7. На каретці 2 встановлюється змінний магазин 3 (вертикального типу касета) з рухомими регульованими стояками 4 для підналагодження під габаритні розміри деталей 5, що завантажуються в магазин. Нерухомий корпус 8 живильника розміщується на несучих конструктивах 9 транспортних систем складальних ГВМ за допомогою спеціальних кронштейнів 1, які забезпечують регулювання положення нижньої деталі (чи поверхні основи 6) по висоті h відносно зони захвата обслуговуючого ПР. Можливість використання змінного магазину 3 розширює технологічну універсальність живильника і дає змогу віднести його до типових технічних засобів комплектації складальних ГВМ. У таблиці 1 наведено параметри двох модифікацій шибєрного живильника з пневматичним приводом, розрахованим на тиск 0,4 МПа.

Таблиця 1 – Параметри двох модифікацій шибєрного живильника

Параметри	Модифікації шибєрного живильника	
	4СМ5.300.092	4СМ5.300.093
Розміри завантажуваних деталей, мм		
довжина	25...100	25...150
ширина	20...60	20...80
товщина	1...4	1...4
Маса деталі, кг (не більше)	0,25	0,25
Місткість магазину, кг (не більше)	14	33
Габаритні розміри, мм (без магазину)	460x190x425	564x258x420
Маса, кг (без магазину)	42	48

Велику місткість, а отже, й значну тривалість автономного обслуговування (завантаження) робочих позицій складальних ГВМ мають касетні накопичувачі, дві модифікації які показані на (рис. 2, б, в). Перша модифікація (рис. 2, б) характеризується наявністю крокового конвеєрного транспортування шахтних касет 2 зі встановленими в них деталями 3. Такий пристрій конструктивно представляє собою незалежний функціональний модуль, виконаний у вигляді стаціонарної несучої конструкції – стола 1, на якому встановлений кроковий конвеєр 4. Пристрій може одночасно жити декілька робочих позицій складального ГВМ, тому касети 2 можуть містити кілька різновидів (наприклад, комплект) деталей, які подаються (як показано стрілкою) в орієнтованому положенні в зону захвата ПР.

Друга модифікація (рис. 2, в) касетного нагромаджувача шахтних пристроїв відрізняється від першої конфігурацією транспортної системи, що переміщує шахтні нагромаджувачі 3 з розташованими в них плоскими деталями 4 (як і в першій модифікації, при обслуговуванні декількох робочих позицій складального ГВМ у нагромаджувачах може знаходитись кілька різновидів деталей, які входять до комплекту виробу, що складається). При повороті на крок (як показано стрілкою) стола 5 на позицію захвата ПР надходить черговий шахтний нагромаджувач 3. У пристрої, який представляє собою незалежний конструктивно закінчений функціональний модуль, використовується пневматичний привід повороту стола 5, а для зв'язку з пневмережею передбачений перехідний штуцер 1, розташований на корпусі пристрою 2. В таблиці 2 наведено параметри касетних нагромаджувачів шахтних пристроїв і завантажуваних у них деталей.

Таблиця 2 – Параметри касетних нагромаджувачів

Параметри	Модифікації касетних нагромаджувачів		
	4СМ3.887.041	4СМ3.887.041-01	4СМ3.887.041-03
Кількість шахт	18	24	36
Розміри завантажуваних деталей, мм			
діаметр	10...78	10...78	10...78
висота	2...50	2...50	2...50
Сумарна маса деталей в шахті, кг (не більше)	30	30	30
Тривалість циклу, с (не більше)	4	4	4
Габаритні розміри, мм:			
довжина	960	1296	1968
ширина	470	470	470
висота	1200	1200	1200
Маса, кг	120	120	120

В роботі було проведено аналіз типових схем розташування основного технологічного обладнання. Також було розглянуто живильники, які входять до складу складальних ГВМ, якими оснащується практично кожна з робочих позицій складального модулю.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кирилович, В.А. Моделювання точності позиціонування схватів промислових роботів [Текст]/ В. А. Кирилович, А. Ю. Сазонов – Севастополь, 2012. – 84 с.
2. Жолобов, О.О. Технологія автоматизованого виробництва. [Текст]/ О.О. Жолобов, В. А. Кирилович, П. П. Мельничук, В. А. Яновський. – Житомир: ЖДТУ, 2006. – 1014 с.
3. Ямпольський, Л. С. Гнучкі комп'ютерно-інтегровані системи: планування, моделювання, верифікація, управління. [Текст]/ Л. С. Ямпольський, П. П. Мельничук, К. Б. Остапченко, О. І. Лісовиченко та ін. – Житомир: ЖДТУ, 2010 – 263 с..
4. Алексеев, П. И. Гибкие производственные системы сборки [Текст]/ П. И. Алексеев, А. Г. Герасимов, Э. П. Давыденко. – Л.: Машиностроение, 2003. – 349 с
5. Меткин, Н.П. Гибкие производственные системы [Текст]/ Н.П.Меткин, М.С.Лапин, С.А.Клейменов, В.М.Критський. – М.: Издательство стандартов, 2005. – 309с.

***Науковий керівник:** Палагін Віктор Андрійович, д.т.н, професор кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки.*

УДК 681.518.25

ІНДУСТРІЯ 4.0 ЯК ПРОМИСЛОВЕ ВИРОБНИЦТВО МАЙБУТНЬОГО

А. Є. Мажара, В.І. Павленко, О.М. Бурма

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: vitalii.pavlenko@nure.ua, andrii.mazhara@nure.ua, oleksandr.burma@nure.ua

Анотація: в статті розглянуто основні переваги та недоліки четвертої індустріальної революції, яка має назву Індустрія 4.0. Описані перспективи розвитку і впровадження Індустрії 4.0 та її застосування в сучасному виробництві.

Ключові слова: Індустрія 4.0, інтероперабельність, IoT, блокчейн, великі дані.

INDUSTRY 4.0 AS INDUSTRIAL PRODUCTION OF THE FUTURE

A.E. Mazhara, V.I. Pavlenko, O.M. Burma

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: vitalii.pavlenko@nure.ua, andrii.mazhara@nure.ua, oleksandr.burma@nure.ua

Annotations: In the article discussed the main advantages and disadvantages of the fourth industrial revolution, called Industry 4.0. Prospects for the development and implementation of Industry 4.0 and its application in the in modern production are described.

Keywords: : Industry 4.0, interoperability, IoT, blockchain, big data.

Індустрія 4.0 – це інтеграція ланок промислового виробничого ланцюга з використанням сучасних інформаційних і комунікаційних технологій. На відміну від автоматизованого виробництва (попереднього етапу промислового розвитку, іменованого тепер як Індустрія 3.0) – центральним елементом у функціонуванні виробничих систем стають Інтернет технології, які забезпечують комунікацію між людьми, машинами і продуктами. Четверта індустріальна революція (Індустрія 4.0) – перехід на повністю автоматизоване цифрове виробництво, кероване інтелектуальними системами в режимі реального часу в постійній взаємодії із зовнішнім середовищем, що виходить за межі одного підприємства, з перспективою об'єднання в глобальну промислову мережу Речей і послуг [1].

Четверта промислова революція характеризує поточний напрямок розвитку автоматизації та обміну даними, який включає в себе кіберфізичні системи, Інтернет Речей та хмарні обчислення. Все це сприяє виходу на новий рівень організації виробництва і управління етапами створення вартості напротязі повного життєвого циклу продукції, що випускається.

Зміни, які відбуваються в промисловості під впливом інформаційних технологій, допомагають значно збільшити якість послуг та продукції що випускається. Це підвищує лояльність і задоволеність клієнтів. Виробники також не залишаються у програші, адже нові підходи та бізнес-моделі, що виникають в Індустрії 4.0, дозволяють їм більше заробляти, а значить, інвестувати в поліпшення продукції.

Іншими словами, Індустрія 4.0 – це виробнича сторона, що відповідає орієнтованому на користувачів «Інтернету речей», де предмети побуту, від тостерів до автомобілів, будуть підключені до Інтернету. Завдяки зростанню інтеграції розумних заводів у промисловій інфраструктурі стане можливим суттєве зниження витрат енергії. Зараз багато заводів витрачають велику кількість енергії під час перерв у виробництві, вихідні і святкові дні, тоді як розумний завод міг би цього уникнути.

Новий етап розвитку промисловості може суттєво переосмислити саме поняття людської праці. Завдяки машинам можна виконувати рутинні та повторювані для людини завдання у виробництві з набагато більшою ефективністю, в основному це будуть автоматизовані завдання. Це дає людям можливість займатися більш вимогливими до навичок, творчими завданнями, замість того щоб займатися грубою працею [2].

Основні принципи «Індустрії 4.0», що визначають функціонування підприємства:

1) Перший принцип – інтероперабельність (функціональна сумісність), який означає здатність пристроїв, машин, сенсорів і людей обмінюватися інформацією і взаємодіяти один з одним за допомогою Інтернету речей (ІоТ).

2) Наступний принцип – це принцип інформаційної прозорості, що з'являється в результаті цієї взаємодії. Створюється цифрова копія реальних об'єктів, систем функцій, яка точно повторює все те, що відбувається з її фізичною копією. За рахунок цього накопичується максимально повна інформація про всі процеси, що відбуваються з обладнанням, «розумними» продуктами, виробництвом в цілому. Для цього необхідно зробити можливим збір всіх цих даних з сенсорів і датчиків та обліку контексту, в якому вони генеруються.

3) Третій принцип Індустрії 4.0 – технічна підтримка. Суть його в тому, що комп'ютерні системи завдяки збору, аналізу та візуалізації всієї отриманої інформації допомагають людям приймати рішення. Також можлива повна автоматизація для заміни людей машинами при виконанні небезпечних або рутинних операцій.

4) Децентралізація прийняття рішень – четвертий принцип, полягає в здатності кіберфізичних систем максимально самостійно приймати рішення, які необхідні для автономного виконання завдань. Рішення повинно делегуватися на більш високий рівень тільки у виняткових ситуаціях, пов'язаних з перехресною залежністю або конфліктом в цілях і завданнях.

Взагалі, як показує практика, промисловий Інтернет речей покращує планування та скорочує термін виготовлення продукту, також проводить аналіз, підвищує якість виробів, сприяє економії, і в цілому ефективність підприємства.

За словами експертів можна виділити чотири базових технології, за рахунок впровадження яких можна дійсно очікувати на революційні зміни.

Інтернет речей (Internet of Things, IoT). Інтернет у цій технології використовується для обміну інформацією між людьми, різними машинами, пристроями, речами, датчиками. Речі, які обладнані датчиками, можуть повноцінно обмінюватися даними і обробляти їх без необхідності участі людини. В свою чергу, якщо це потрібно, людина також може активно приймати участь в цьому процесі, наприклад, коли мова йде про управління «розумним будинком».

Цифрові екосистеми. Це такі системи, що можуть складатися з різних фізичних об'єктів, програмних систем і керуючих контролерів. Моніторинг і управління фізичними процесами здійснюється завдяки використанню новітніх технологій IoT, а обчислювальні та фізичні ресурси в цій екосистемі тісно пов'язані. Через це звичайні інженерні моделі гармонійно співіснують з комп'ютерними [3].

Аналітика великих даних (Data Driven Decision) або просто Великі дані (Big data). Величезні обсяги інформації, які накопичуються в за рахунок оцифровування фізичного світу, вони можуть бути ефективно оброблені тільки комп'ютерами, за допомогою застосуванням хмарних обчислень і технологій штучного інтелекту (Artificial Intelligence). В результаті людина, яка контролює той чи інший процес, обстановку, ситуацію повинна буде отримувати вже оброблені дані, які будуть максимально зручні для сприйняття, аналізу і ухвалення рішення.

Промисловий (індустріальний) інтернет речей (Industrial Internet of Things, IIoT) є різновидом IoT. Він відкриває можливості створення повністю автоматизованих виробництв. Починається все з того, що основні компоненти обладнання забезпечуються різними датчиками, виконавчими механізмами і контролерами; потім зібрані дані проходять обробку і надсилаються до відповідних служб підприємства, це дозволяє персоналу оперативно приймати чіткі рішення для будь-яких задач. Головна мета полягає в досягненні такого рівня автоматизації підприємства, при якому на всіх ділянках, де це можливо, машини будуть працювати без участі людей. Персоналу залишиться тільки контролювати роботу машин і вирішувати екстрені ситуації [4].

Складні інформаційні системи, відкриті для використання клієнтами і партнерами (цифрові платформи). Наприклад, це можуть бути цифрові платформи і системи для управління бізнес-процесами, для аналізу і прогнозування стану обладнання, для інтеграції інтернету речей в фізичні бізнес-процеси і т.п.

Окрім перерахованих вище областей які швидко розвиваються, четверта промислова революція, теж може мати на увазі широке впровадження друкованої електроніки, 3D-друку, застосування розподілених реєстрів (технологія блокчейн, яка набрала популярність завдяки створенню криптовалюти криптовалюти на її основі), використання доповненої і віртуальної реальності та навіть розробку автономних роботів, які будуть не компонентами автоматизованих ліній, як це відбувається зараз, а повноцінними мобільними високоінтелектуальними пристроями, що будуть здатні працювати поруч з людьми [5].



Рисунок 1 – Перелік технологій, що входять до Індустрії 4.0 та ті, що перейшли від Індустрії 3.0

Як і в будь-якому процесі, крім позитивних сторін, завжди є і свої мінуси. Індустрія 4.0 не стала винятком. Існує ризик того, що через різне програмування машин може наступити хаос. Тому однією з головних цілей залишається розробити спільну мову для всіх корпорацій. Але занадто велика схожість також може привести до небажаних наслідків: кілька компаній можуть отримати абсолютну перевагу на ринку.

Ще однією серйозною проблемою є безпека мереж. Адже всі вони вразливі до кібератаки. Впливати на виробництво можна буде віддалено і навіть зовсім паралізувати весь процес, перебуваючи в іншій частині планети. По мірі зростання розумних заводів потенційний ризик нападу на них також буде зростати [6].

Існує також можливість того, що робочі місця людей займуть машини. Варто зазначити, що існує і такий варіант розвитку подій. Вже через кілька десятків років майже половина робочих місць буде автоматизована. Епоха роботів загрожує масовим безробіттям. Це може істотно зашкодити країнам, що розвиваються, адже за підтримку машин в робочому стані повинен хтось платити. Тоді вже буде не так важливо, як багато продукції вони зможуть випускати, якщо її елементарно нікому буде купити.

За прогнозами, вже через 20 років будуть автоматизовані 47% робочих місць сучасного світу і мільйони робочих можуть залишатися без роботи.

Однак епоха машин, які забирають у нас роботу, була притаманна для третьої промислової революції, коли автоматизоване обладнання набуло широкого поширення.

Завдяки розвитку Індустрії 4.0 планується навчити ці машини обмінюватися даними один з одним без втручання людини. Наприклад, на заводі Siemens вже зараз працює понад тисячу осіб, основне завдання яких – проводити моніторинг машин і комп'ютерів.

За прогнозами ВЕФ (Всесвітнього Економічного Форуму), більша частина технологій, які запроваджує Четверта промислова революція, стане невід'ємною частиною життя вже в 2027 році. Завдяки цього можуть з'явитися не тільки розумні будинки, а ще й розумні міста, повноцінні безпілотні автомобілі, штучний інтелект для роботи в офісах і кишенькові суперкомп'ютери.

Таким чином, можна точно сказати, що Індустрія 4.0 поступово впроваджується в промисловості та речах, що нас оточують. Вже зараз в об'єкти, від домашньої побутової електроніки до промисловості та підприємств закладають принципи та можливості до взаємозв'язку речей та об'єктів для їх автономної роботи. Це дає змогу користуватися «розумною» технікою та обладнанням, а для промисловості і економіки будь-якої країни це відкриває широкі можливості для їх розвитку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Трачук А.В., Линдер Н.В. (2015) Трансформационное моделирование бизнеса электронного бизнеса в условиях нестабильной среды // Эффективное антикризисное управление. № 2. С. 58-71.

2. 4 European Parliament, Policy department A: Economic and scientific policy / Industry 4.0

3. Лавров К.И. (2017) Моделирование трансформации бизнеса. Телекоммуникационный сектор в устойчивом развитии // Стратегические решения и управление рисками. 2017. № 4 (103). С. 30-41..

4. Bauer H., Patel M., Veira J. (2016) The Internet of Things: sizing up the opportunity

5. Клаус Шваб / Всемирный экономический форум / <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>

6. Липкин Е. Б. Индустрия 4.0: Умные технологии - ключевой элемент в промышленной конкуренции / Е. Б. Липкин. – Москва, 2007. – 223 с.

Науковий керувник: Чала Олена Олександрівна, асистент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки

УДК 004.65

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ТИПОВ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С СОВРЕМЕННЫМИ ПРИЛОЖЕНИЯМИ

А. В. Микитенко

Харківський національний університет радіоелектроніки

Украина, 61166, Харьков, пр. Науки 14

e-mail: mykytenkovladislav@gmail.com

Аннотация: В настоящее время во всем мире присутствует огромное количество различных программных продуктов. С большой долей вероятности они включают в себя базы данных хранения огромных массивов информации. Кроме того, не малую роль играет правильный подбор и построение архитектуры базы данных. Поэтому, в работе рассмотрены основные типы баз данных. В результате проведенного анализа различных типов и вариаций баз данных определены их особенности.

Ключевые слова: архитектура базы данных, программный продукт, применение, хранение.

REVIEW OF MODERN TYPES OF DATABASES FOR INTERACTION WITH MODERN APPLICATIONS

A. Mykytenko

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

e-mail: mykytenkovladislav@gmail.com

Anotations: Nowadays there is a huge amount of various software products all over the world. It is very likely that they include databases for storing huge amounts of information. In addition, the correct selection and construction of the database architecture plays a significant role. Therefore, in the work considered the main types of databases. As a result of the analysis of various types and variations of databases, their features were identified.

Key words: database architecture, software product, application, storage.

Из года в год количество информации стремительно растет. Без надлежащего инструмента ее использования весьма проблематично. Для быстрого хранения, фильтрации, сортировки и поиска больших массивов структурированной информации были созданы информационно-поисковые системы (ИПС). В своем составе они имеют базы данных (БД) и системы управления базами данных (СУБД). БД - это организованная совокупность сведений о событиях, явлениях, объектах или процессах, которые относятся к определенной предметной области. Она организована таким образом, чтобы обеспечить информационные потребности пользователей, а также для удобного хранения этого большого массива данных, как в целом, так и любой ее части.

Для поиска информации в БД используют информационно-поисковые языки (ИПМ). ИПМ это язык, используемый для создания поисковых запросов.

Поисковый запрос должен быть оптимальным, то есть достаточно компактным, чтобы не слишком замедлить поиск, и они должны давать достаточно информации об объекте [1 – 4].

Под информационно-поисковой системой в дальнейшем понимается организованная совокупность программно-технических и других вспомогательных средств, технологических процессов и функционально-определенных групп работников, обеспечивающих сбор, представление и накопление информационных ресурсов в определенной предметной области, поиск и выдачу сведений, необходимых для удовлетворения информационных потребностей установленного контингента пользователей-абонентов системы.

Решение проблем, связанных с информационным поиском, имеет большое значение на практике.

Темпы роста объемов информации значительно опережают прогресс в области совершенствования информационного поиска.

Следовательно, выбор правильной модели БД играет основополагающую роль в создании информационно-поисковой системы.

Существуют такие основные виды моделей баз данных [5]:

- реляционная;
- иерархическая;
- объектно-ориентированная;
- объектно-реляционная;
- реляционная;
- сетевая;
- функциональная.

Кратко рассмотрим каждую модель баз данных.

Реляционная база данных представляет собой большое количество взаимосвязанных таблиц, в каждой из которых содержится информации об определенных объектах. Каждая строка в такой таблицы содержит данные о только один объект, а столбцы содержат различные характеристики этих объектов, получивших название атрибуты [6].

Иерархическая база данных – это модель данных в которой используется представление базы данных в виде древовидной (иерархической) структуры, состоящей из объектов (данных) различных уровней [7].

Объектно-ориентированная база данных (ООБД) – база данных, в которой данные моделируются в виде объектов, их атрибутов, методов и классов [8].

Объектно-реляционная СУБД (ОРСУБД) – реляционная СУБД (РСУБД), поддерживающая некоторые технологии, реализующие объектно-ориентированный подход: объекты, классы и наследование реализованы в структуре баз данных и языке запросов. Объектно-реляционными СУБД являются, например, широко известные Oracle Database, Informix, DB2, PostgreSQL.

Сетевая модель данных – логическая модель данных, являющаяся расширением иерархического подхода, строгая математическая теория, описывающая структурный аспект, аспект целостности и аспект обработки данных в сетевых базах данных [9].

Функциональные базы данных используются для решения аналитических задач, таких как финансовое моделирование и управление производительностью. Функциональная база данных или коротко функциональная модель отличается от реляционной модели. Функциональная модель также отличается от других аналогично названных концепций, включая модель функциональной базы данных DAPLEX и базы данных функциональных языков [10].

Проектирование информационных систем, включающих в себя базы данных, осуществляется на физическом и логическом уровнях.

Определено, что решение проблем проектирования информационных систем на физическом уровне во многом зависит от используемой СУБД и зачастую автоматизировано, а также скрыто от пользователя. В ряде случаев пользователю предоставляется возможность настройки отдельных параметров системы, что не составляет большой проблемы.

Современные СУБД должна обеспечивать перечисленные ниже типы функций и служб (сервисов).

Рассмотрим одну из основных функций СУБД – хранение, извлечение и обновление данных. СУБД должна предоставлять пользователям возможность сохранять, извлекать и обновлять данные в базе данных. Это фундаментальная функция СУБД.

В ходе проведенного анализа процессов хранения, извлечение и обновление данных в БД определено, что способ реализации этих функций в СУБД должен позволять скрывать от конечного пользователя внутренние детали физической реализации системы (например, файловую организацию или используемые структуры хранения).

Далее рассмотрим каталог, доступный конечным пользователям. СУБД должна иметь доступный конечным пользователям каталог, в котором хранится описание элементов данных.

Ключевой особенностью архитектуры ANSI-SPARC является наличие интегрированного системного каталога с данными о схемах, пользователях, приложениях и т.д. [11].

Предполагается, что каталог доступен как пользователям, так и функциям СУБД. Системный каталог, или словарь данных, является хранилищем информации, описывающей данные в базе данных (по сути, это – метаданные).

В зависимости от типа используемой СУБД количество информации и способ ее применения могут варьироваться.

Обычно в системном каталоге хранятся следующие сведения [12]:

- имена, типы и размеры элементов данных;

- имена связей;
- накладываемые на данные ограничения поддержки целостности;
- имена санкционированных пользователей, которым предоставлено право доступа к данным;
- внешняя, концептуальная и внутренняя схемы и отображения между ними;
- статистические данные, например частота транзакций и счетчики обращений к объектам базы данных.

Системный каталог позволяет достичь определенных преимуществ, перечисленных ниже [13]:

- информация о данных может быть централизованно собрана и сохранена, что позволит контролировать доступ к этим данным, как и к любому другому ресурсу;
- можно определить смысл данных, что поможет другим пользователям понять их предназначение;
- упрощается сообщение, так как сохраняются точные определения смысла данных. В системном каталоге также могут быть указаны один или несколько пользователей, которые являются владельцами данных или обладают правом доступа к ним;
- благодаря централизованному хранению избыточность и противоречивость описания отдельных элементов данных могут быть легко обнаружены;
- внесенные в базу данных изменения могут быть запротоколированы.
- последствия любых изменений могут быть определены еще до их внесения, поскольку в системном каталоге зафиксированы все существующие элементы данных, установленные между ними связи, а также все их пользователи;
- меры обеспечения безопасности могут быть дополнительно усилены;
- появляются новые возможности организации поддержки целостности данных;
- может выполняться аудит сохраняемой информации.

Рассмотрим функцию поддержки транзакций. СУБД должна иметь механизм, который гарантирует выполнение либо всех операций обновления данной транзакции, либо ни одной из них.

Транзакция представляет собой набор действий, выполняемых отдельным пользователем или прикладной программой с целью доступа или изменения содержимого базы данных.

Примерами простых транзакций может служить добавление в базу данных, удаление из нее или обновление сведений о том или ином объекте.

Если во время выполнения транзакции произойдет сбой, база данных попадает в противоречивое состояние, поскольку некоторые изменения уже будут внесены, а остальные – еще нет. Поэтому все частичные изменения должны быть отменены для возвращения базы данных в прежнее, непротиворечивое состояние.

Особенности сервисов управления параллельностью. СУБД должна иметь механизм, который гарантирует корректное обновление базы данных при параллельном выполнении операций обновления многими пользователями [14]. При этом параллельный доступ сравнительно просто организовать, если все пользователи выполняют только чтение данных, поскольку в этом случае они не могут помешать друг другу. Однако, когда несколько пользователей одновременно получают доступ к БД, конфликт с нежелательными последствиями легко может возникнуть, например, если хотя бы один из них попытается обновить данные.

СУБД должна гарантировать, что при одновременном доступе к базе данных многих пользователей подобных конфликтов не произойдет.

Сервисы восстановления. При обсуждении поддержки транзакций упоминалось, что при сбое транзакции база данных должна быть возвращена в непротиворечивое состояние, что должно гарантироваться возможностями СУБД [9].

Сервисы контроля доступа к данным. СУБД должна иметь механизм, гарантирующий возможность доступа к базе данных только санкционированных пользователей. Термин

"безопасность" относится к защите базы данных от преднамеренного или случайного несанкционированного доступа. Предполагается, что СУБД обеспечивает механизмы подобной защиты данных.

Поддержка обмена данными. СУБД должна обладать способностью к интеграции с коммуникационным программным обеспечением с целью организации доступа удаленных пользователей к централизованной БД (в рамках системы распределенной обработки).

Службы поддержки целостности данных. СУБД должна обладать инструментами контроля за тем, чтобы данные и их изменения соответствовали заданным правилам.

Целостность базы данных означает корректность и непротиворечивость хранимых данных и выражается в виде ограничений или правил сохранения непротиворечивости данных, которые не должны нарушаться в базе [9].

Службы поддержки независимости от данных. СУБД должна обладать инструментами поддержки независимости программ от структуры базы данных.

Понятие независимости от данных рассмотрено выше и обычно она достигается за счет реализации механизма поддержки представлений или подсем. Физическая независимость от данных достигается довольно просто, так как обычно имеется несколько типов допустимых изменений физических характеристик базы данных, которые никак не влияют на представления. Однако добиться полной логической независимости от данных сложнее. Как правило, система легко адаптируется к добавлению нового объекта, атрибута или связи, но не к их удалению. В некоторых системах вообще запрещается вносить любые изменения в уже существующие компоненты логической схемы [15].

Вспомогательные службы. СУБД должна предоставлять некоторый набор различных вспомогательных служб. Вспомогательные утилиты обычно предназначены для оказания помощи АБД в эффективном администрировании базы данных.

То есть, одни утилиты работают на внешнем уровне, а потому они, в принципе, могут быть созданы самим АБД, тогда как другие функционируют на внутреннем уровне системы и потому должны быть предоставлены самим разработчиком СУБД.

Ниже приведены некоторые примеры утилит.

Утилиты импортирования, предназначенные для загрузки базы данных из плоских файлов, а также утилиты экспортирования, которые служат для выгрузки базы данных в плоские файлы.

Средства мониторинга, предназначенные для отслеживания характеристик функционирования и использования базы данных [9].

Программы статистического анализа, позволяющие оценить производительность или степень использования базы данных.

Инструменты реорганизации индексов, предназначенные для перестройки индексов и обработки случаев их переполнения.

Инструменты сборки мусора и перераспределения памяти для физического устранения удаленных записей с запоминающих устройств, объединения освобожденного пространства и перераспределения памяти в случае необходимости.

Таким образом, база данных – организованная структура, предназначенная для хранения информации. С понятием базы данных тесно связано понятие системы управления базой данных. Это комплекс программных средств, предназначенных для создания структуры новой базы, наполнения ее содержимым, редактирования содержимого и визуализации информации. Банк данных является разновидностью информационной системы, в которой реализованы функции централизованного хранения и накопления обрабатываемой информации.

Главными составляющими банка данных являются база данных и системы управления базами данных.

Основными пользователями баз и банков данных являются специалисты, ведущие различные участки экономической работы. Их состав неоднороден, они различаются по

квалификации, степени профессионализма, уровню в системе управления: главный бухгалтер, бухгалтер, операционист, начальник кредитного отдела и т.д. Удовлетворение их информационных потребностей – это решение большого числа проблем в организации внутримашинного информационного обеспечения.

В данной работе рассмотрены функции, которые должна обеспечивать типичная СУБД.

ЛИТЕРАТУРА

1. Симонович С.В. Информатика для юристов и экономистов / С.В. Симонович. – СПб.: Питер, 2005. – 688 с.
2. Симонович С.В. Информатика. Базовый курс. / С.В. Симонович.– СПб.: Питер, 2006. – 640 с.
3. Леонтьев В.П. Новейшая энциклопедия персонального компьютера / В.П. Леонтьев. – 2005. – М.: ОЛМА-ПРЕСС Образование, 2005. – 800 с.
4. Хомоненко А.Д. Базы данных / А.Д. Хомоненко. – СПб.: КОРОНА, 2000. – 416 с.
5. Косарев В.П. Экономическая информатика и вычислительная техника./ В.П. Косарев. М.: Финансы и статистика, 2005. –592 с.
6. Мирошниченко Г.А. Реляционные базы данных. Практические приемы оптимальных решений / Г.А. Мирошниченко. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 400 с.
7. Пятибратов А.П., Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. Учебное пособие / А.П. Пятибратов, Л.П. Гудыно, А.А. Кириченко. – М.: Проспект, 2014. – 736 с.
8. Осипов Д.Л. Базы данных и Delphi / Д.Л. Осипов. – Теория и практика. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 752 с.
9. Невлюдов І.Ш. Технології інформаційно-пошукових систем / І.Ш. Невлюдов, А.А. Андрусевич, А.В. Фролов, С.В. Сотник – Київ-58, просп. Космонавта Комарова, 1, 2015. – 349 с.
10. Маннинг Кристофер Введение в информационный поиск / К. Маннинг, Р. Прабхакар, Ш. Хайнрих. – М.: Вильямс – 2011. – 528 с.
11. . Кумскова И.А. Базы данных / И.А. Кумскова. – М.: КноРус, 2016. – 488 с.
12. Козадаев К.В. Системы управления базами данных: электронный учебно-методический комплекс / К.В. Козадаев, В.В. Скакун – 2012. – 367 с.
13. Волков В.А. Анализ особенностей использования систем управления базами данных MS Access, MySQL / В.А Волков, Д.С. Трунин, С.А. Митьков // APRIORI. Серия: Естественные и технические науки. – 2015. – №. 6. – С. 14-19.
14. Кузнецов С.Д. Транзакционные параллельные СУБД: новая волна / С.Д. Кузнецов // Труды Института системного программирования РАН. – 2011. – Т. 20. – 3 – 20 с.
15. Додохов А.Л. Исследование применения СУБД Oracle для защиты персональных данных / А.Л. Додохов, А.Г. Сабанов // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2011. – №. 2-2 (24).

***Научный руководитель:** Сотник Светлана Викторовна, к.т.н., доцент кафедры КИТАМ, Харьковского национального университета радиоэлектроники*

МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ РОЗУМНИМ БУДИНКОМ

В. І. Павленко, М. Ю. Білоус

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: vitalii.pavlenko@nure.ua, maryna.bilous@nure.ua

Анотація: в статті описані перспективи застосування розумного будинку. Наведено огляд функцій розумного будинку, його параметрів і характерних структур у технологічному процесі, а також в моделях і системах управління. Розглянуті основні методи управління розумним будинком, та наведені характеристики цих методів

Ключові слова: автоматизація, контроль, безпека, розумний будинок, штучний інтелект.

MANAGEMENT METHODS FOR A SMART HOME

V. Pavlenko, M. Bilous

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: vitalii.pavlenko@nure.ua, maryna.bilous@nure.ua

Anotations: In the article describes the prospects for using a smart home. An overview of the functions of a smart home, its parameters and characteristic structures in the technological process, as well as in models and control systems is given. The basic methods of management of a smart home are considered, and the characteristics of these methods are given

Keywords: : automation, control, safety, smart home, artificial intelligence.

Створені інженерні системи, оснащені програмованим управлінням, володіють власним інтелектом і можуть інтегруватися в єдину систему, підключатися до загального центру управління. Однак їх застосування не настільки широко поширене [1].

Розпізнавання ситуацій і виконання послідовності дій, відповідних ситуації. У цьому напрямку домоглися успіхів творці систем безпеки. При виникненні пожежі виконується кілька дій: включається звуковий сигнал, надсилаються повідомлення в пожежну охорону і на телефон власника, активізуються засоби пожежогасіння.

Сформований у минулому столітті образ розумного будинку включає в себе присутність розумних машин, що виконують роль обслуговуючого персоналу. У розумному будинку роботи наводять чистоту і порядок, готують їжу і сервірують стіл, чистять взуття, вчасно ремонтують сантехніку і електропроводку, утилізують сміття, виконують вказівки господарів. Причому все це вони, за задумом авторів концепції, роблять швидше і краще, ніж люди.

Таких робіт в сучасному розумному будинку немає. Системи, які пропонуються на ринку, включають в себе складну електроніку, програмовані пристрої на мікропроцесорах або керуючі комп'ютери і досить прості виконавчі механізми [2]. Більшість наборів не мають в комплекті виконавчих пристроїв; їх треба купувати окремо або використовувати наявні електродвигуни.

Тут проявляється основна проблема робототехніки: не виходить створити штучне тіло. Не створено механізм, який близький або перевищує за функціональністю людське тіло.

Насправді час до виникнення відмови якого-небудь вузла ще менше, оскільки кожен двигун підключається до джерела живлення за допомогою роз'ємів. Імовірність погіршення провідності електричних контактів, особливо в умовах рухомої системи, вище, ніж ймовірність відмови двигуна. Потрібно також врахувати сенсори, яких повинно бути кілька сотень або тисяч для адекватної орієнтації в просторі і виконання дій, аналогічних діям

людини. В результаті складність системи виявляється занадто високою, і вона не здатна до тривалого функціонування [3].

Відповідно до концепції, штучного інтелекту, що перевершує людський, буде довірена оцінка ситуації, прийняття рішень і виконання дій. З будівлі буде видалений обслуговуючий персонал і замінений роботами, підпорядкованими центральному комп'ютеру. Якими можуть бути наслідки? Потужний штучний інтелект може вийти з під контролю. Це навіть неминуче, якщо його потужність буде вище людського. У такому разі розумний будинок, в якому люди замінені роботами, може опинитися в конфлікті з власником, і ця ситуація може стати небезпечною [4].

Тому відразу після найамбітніших планів повинна бути забезпечена можливість миттєвого відключення центральної керуючої системи, перехід на ручне управління.

На сучасному етапі системи розумного будинку не настільки інтелектуальні, як очікувалося в минулому столітті, і не збираються виходити з покори. Проте можливість переходу на ручне управління є у всіх керуючих пристроях. Це буває необхідно, в тому числі, і в разі відмови електроніки.

Відключення центрального управління не повинно призводити до аварій і серйозних ускладнень. Наприклад, холодильник і електропіч можуть працювати по командам з центрального пульта, але можуть функціонувати як самостійні пристрої. Система опалення, вентиляції, пожежної сигналізації і т. д. повинні мати своє автономне управління. Завершальні пункти концепції розумного будинку носять чисто технічний характер.

Системи розумного будинку повинні бути уніфіковані і легко інтегруватися в єдину систему; до єдиного центру має підключатися необмежену кількість підсистем; інженерні системи будинку повинні проектуватися з урахуванням взаємодії з інтелектуальними керуваними і обслуговуваними пристроями.

Системи, що існують і розробляються в даний час, відповідають цим вимогам. Команди з єдиного керуючого центру можуть подаватися парам системам внутрішнього і зовнішнього освітлення, системам вентиляції і кондиціонування, обігрівачів, кухонним приладів і т. д. Розширення системи розумного будинку виконується за тим же принципом, що і розширення комп'ютерної мережі. Логічним етапом стало підключення розумного будинку до інтернету і мобільного зв'язку, з'явилася можливість дистанційного контролю і управління.

Інший момент - зниження надійності системи при збільшенні її складності. Кількість великих і малих аварій і несправностей в складній технічній системі стає неприйнятно високою при зростанні складності.

У зв'язку з новими можливостями, наданими Інтернетом і мобільним зв'язком, виникли і нові проблеми. Найважливіша проблема - це збереження конфіденційності, захист керуючої системи від злону і хакерських атак.

Цю небезпеку слід враховувати, встановлюючи мобільний додаток «розумний будинок» на смартфон.

Системи, в яких команди даються голосом. Системи з голосовим зв'язком досить популярні, для них розроблені програмні продукти:

BitVoicer. Цей продукт працює виключно на операційній системі Windows, що виключає його використання на безлічі пристроїв;

Arduino Voice Recognition. Є фірмовим пристроєм для розпізнавання голосових команд від компанії Arduino. Серед недоліків фахівці відзначають обмеження щодо кількості команд, довгий процес навчання управління системою, а також необхідність перепрошивати пристрій для запису нових фраз, що незручно при існуючому налагодженому комплексі; Speech to Text Library for Java/Processing. Виступає рішенням відразу для всіх операційних систем, так як написано додаток на мові Google Speech API.

Серед його можливостей варто відзначити відстеження голосу людини в умовах реального часу, вказівка порога гучності, підключення мікрофоновнешнього типу, установку

мови розпізнавання мови (повний перелік можливостей написаний на сайті програми).

Три основні питання автоматизації:

- безпека;
- потреба в експлуатаційному персоналі, чисельність якого може бути зменшена шляхом додавання регуляторів, таким чином зменшуючи ціни, що приводить до ієрархічної автоматизації в системі управління;
- інформація та управління, включаючи обслуговування і в даний час природоохоронні питання.

Автоматичне управління розумним будинком може бути на основі датчиків, пульта дистанційного керування і панелі керування, системою віддаленого управління.

При управлінні розумним будинком на основі датчиків використовуються датчики руху і присутності, освітлення, диму і температури.

Руху і присутності – автоматичні інфрачервоні вимикачі. Датчикам інфрачервоного випромінювання доручено "помітити" людину, а як тільки людина з'являється в зоні їх дії, вони дають команду до мікроконтролеру, потім мікроконтролер дає команду на реле – і світло включається.

Типова помилка – встановлювати датчик руху не в прохідних приміщеннях (коридор, сходові клітки, комора), а в кімнатах, де людина перебуває постійно. Різновид інфрачервоних вимикачів - датчики присутності. Вони також запалюють світло, коли в зону виявлення потрапляє людина. Але їх чутливість в кілька разів вище, ніж у попередніх виробів, тому вони реагують навіть на найменший рух.

Зазвичай датчики присутності стельового виконання і охоплюють всю кімнату.

Датчик освітлення – застосовують в системі управління освітлення будинку для контролю освітленості в приміщенні в залежності від часу. Датчик освітлення призначений для автоматичного включення електричних джерел освітлення (лампи, прожектори, світильники) при настанні умов недостатньої видимості.

Іншими словами датчики освітлення дозволяють включити джерело світла при настанні сутінків.

За виконання датчики освітленості бувають малогабаритними і стандартними.

Малогабаритні датчики освітлення можуть вбудовуватися безпосередньо в світильники, стандартні встановлюються в приміщенні на стінах.

Датчик диму і температури – дозволяє управляти температурою в конкретному приміщенні. Система самостійно створює комфортні умови для сну – до ночі температура знизиться, а до ранку збільшиться. Для того, щоб виставити необхідну температуру в кімнаті, досить задати значення температури на панелі електронного термостата або сенсорній керуючій панелі. Система сама вирішить, який тепловий пристрій (радіатори опалення, теплі підлоги, тепловентилятори, кондиціонери) і на яку потужність включити, щоб домогтися заданих параметрів. При цьому потужність і кількість включених теплових приладів будуть обрані в залежності від вуличної температури і потрібної швидкості прогріву [4].

Система безпеки з використанням димових і теплових пожежних датчиків використовується як якісні професійні датчики, що запобігають займанню, своєчасно повідомивши користувачеві про місце і тип можливої події, в тому числі на системи візуалізації, монітор, телевізор, сенсорні панелі, мобільні і стаціонарні телефони.

Управління розумним будинком на основі пульта дистанційного керування і панелі керування є найпоширенішим методом. Вибір пульта дистанційного керування широкий – від пульта з однією кнопкою до універсального пульта, здатного управляти практично всіма побутовими приладами.

Пульт управляє модулями: сигнали приймає передатчик відеосигналу і перетворює їх в команди, що передаються в електричну мережу. Передатчик відеосигналу може бути виконаний як окремий пристрій, а може бути поєднаний з іншим пристроєм. Підключивши

передатчик відеосигналу в звичайну електричну розетку, ми можемо з дистанційного пульта «включити / вимкнути» електричний прилад, змінити яскравість освітлення, «включити / вимкнути» все світло.

Основні пристрої системи: пульт дистанційного керування; передатчик відеосигналу.

При управлінні розумним будинком на основі системи віддаленого управління керування будинку відбувається за допомогою комп'ютеру чи мобільного телефону.

Для керування будинком за допомогою комп'ютера необхідна наявність сервера системи розумний будинок. З одного боку сервер вбудовується в локальну мережу будинку, з іншого підключається до інформаційної системи управління. Далі сервер перетворюється в простого посередника: він перенаправляє команди, які прийшли по локальній мережі від нас до керуючих пристроїв будинку. І навпаки він збирає інформацію від систем будинку і посилає її нам по локальній мережі [5].

Не потрібно звикати до нового інтерфейсу – сервер системи розумний будинок це веб-сервер, тому для спілкування з ним ми використовуємо звичайний веб-браузер. Посередником між нами і будинком може виступати як стаціонарний комп'ютер, що знаходиться у нас вдома або, скажімо, в Інтернет-кафе, так і портативний комп'ютер або телефон – комунікатор.

Якщо немає під рукою ні одного з перерахованого вище пристрої, можна зв'язатися безпосередньо за допомогою мобільного телефону – сервер підтримує WAP технологію. Віддалений контроль зазвичай доступний з мобільного телефону або через Інтернет. Практичність цієї опції сумнівів не викликає.

Завчасно включивши освітлення, ми зможемо створити потрібну для комфорту освітлення і температуру в приміщенні до свого приїзду. Або, надіславши запит зі свого телефону, ви дізнаєтеся про поточний стан системи і при необхідності відрегулюєте її роботу. Для захисту від несанкціонованого доступу, як правило, використовують введення пароля.

В результаті аналізу методів управління розумним будинком можна зробити визначено, що при управлінні будинком за допомогою пульта дистанційного керування може виникати несанкціонований доступ до пристроїв по електромережі, так як можливе потрапляння керуючих сигналів з однієї квартири через електричну мережу в іншу квартиру; можлива зовнішня атака на домашню мережу за допомогою "чужого" радіопульта, так як система не передбачає ніякої системи паролів і передбачає сумісність будь-якого передавача керуючих сигналів з будь-яким приймачем.

ЛІТЕРАТУРА

1. Быков, В. С. Введение в технологию X-10 / В. С. Быков. – М.: Лаборатория домашних технологий i-Home, 2006. - 25 с.
2. Ang K., Chong G., Li Y. PID Control System Analysis, Design, and Technology / K. Ang, G. Chong, Y. Li.– IEEE Transactions on Control Systems Technology. 2005. - 559-576 p.
3. Лавров, К.И. Моделирование трансформации бизнеса. Телекоммуникационный сектор в устойчивом развитии / К. И. Лавров. – Стратегические решения и управление рисками, 2017. - 30-41 с.
4. Бурдо О.Г., Калинин Л.Г. Прикладное моделирование процессов переноса в технологических системах / О. Г. Бурдо, Л. Г. Калинин. – Учебник. - Одесса: Друк, 2008. - 348с.
5. Барановский Н.В., Коваленко Л.М., Ястребенецкий А.Р. «Пластинчатые спиральные теплообменники» / Н. В. Барановский, Л. М. Коваленко, А. Р. Ястребенецкий. – М.:Машиностроение, 1973. - 288 с.

***Науковий керівник:** Сотник Світлана Вікторівна, к.т.н., доцент кафедри КІТАМ, Харківського національного університету радіоелектроніки*

LIGA ТЕХНОЛОГІЯ

В. І. Павленко, А. Є. Мажара, О. М. Бурма

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: vitalii.pavlenko@nure.ua, andrii.mazhara@nure.ua, oleksandr.burma@nure.ua

Анотація: в статті проаналізовано переваги та недоліки технології LIGA. Наведені етапи LIGA технології, вказано важливість рентгеношаблону в LIGA процесі. Приведено схематичний приклад побудови станції, описані перспективи технології, та її застосування в теперішньому світі.

Ключові слова: LIGA, рентгеношаблон, технологія, пучок, випромінювання.

LIGA TECHNOLOGY

V. Pavlenko, A. Mazhara, O. Burma

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av., 14

E-mail: vitalii.pavlenko@nure.ua, andrii.mazhara@nure.ua, oleksandr.burma@nure.ua

Anotations: In the article the advantages and disadvantages of technology LIGA are analyzed. The given stages LIGA technologies, we will note the importance of the X-ray pattern in the LIGA process. The schematic examples of household stations are described, prospective technologies are described, and its application in the present world.

Keywords: : LIGA, X-ray tube, technology, beam, radiation.

Об'ємні методи обробки кремнію знайшли широке застосування при виготовленні різних мікроструктур: датчиків тиску, кремнієвих акселерометрів, об'ємних мікромеханічних деталей з використанням літографії потужними рентгенівськими джерелами випромінювання - синхротронами (технології LIGA, SLIGA)

LIGA – це технологія, що дозволяє методами рентгенолітографії створювати елементи з відносно великим відношенням висоти до ширини. Процес виготовлення в типовому випадку починається з нанесення фотомаски на поверхню листа поліметилметакрилата (ПММА). Потім ПММА піддається експонуванню рентгенівськими променями високої енергії. Експоновані ділянки, не захищені маскою, видаляються за допомогою відповідного травителя, в результаті чого утворюються виключно точні мікроскопічні механічні елементи (рис 1).

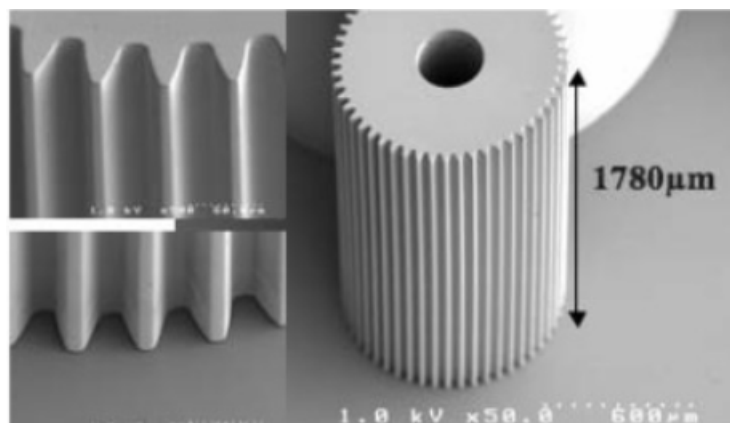


Рисунок 1 – Висока шестерня з великим коефіцієнтом співвідношення сторін, створена за допомогою технології LIGA

Технологія розроблена в Німеччині і її аббревіатура означає - рентгенолітографія, гальваніка та формовка. Сутність процесу полягає у використанні рентгенівського випромінювання від синхротрона для отримання глибоких, з прямовисними стінками топологічних картин в полімерному матеріалі.

Випромінювання синхротрона має дуже малий кут розходження пучка. Джерелом випромінювання є високоенергетичні електрони (енергія $E > 1\text{GeV}$) рухаються з релятивістськими швидкостями. Глибина проникнення випромінювання досягає одиниць міліметрів. Це обумовлює високу ефективність експонування під час малих тимчасових витратах.

Технологія LIGA відносно дешева і добре підходить для додатків, що вимагають більшого коефіцієнта співвідношення сторін, ніж можна отримати за допомогою поверхневої мікрообробки.

У даний час існують два напрямки корпускулярно-променевого формоутворення: локально-стимульований ріст (осадження або полімеризація) і локально-стимульоване прецизійне травлення, в основі яких лежить вплив на середовище або матеріал концентрованого потоку енергії (світлові, електронні, іонні пучки) керованого в часі і просторі. Традиційною технологією формування об'ємного малюнка на поверхні скла, полімерах, порцеляні є обробка об'єкта гостро сфокусованим лазерним пучком (лазерне мікрофрезерування).

Даний вид впливу в залежності від потужності, що локально виділяється ($10^5 - 10^9 \text{Вт/см}^2$), тривалості впливу його температуропровідності дозволяє здійснювати як процеси модифікування матеріалів, так і видалення за рахунок випаровування. Зміна глибини фокусу одночасно з варіацією раніше зазначених параметрів дозволяє переходити від поверхневої до об'ємної мікрообробки об'єктів.

Перевагами лазерного формоутворення є: можливість реалізації операцій у відкритих не вакуумних системах, що спрощує позиціонування і переміщення об'єкта; можливість роботи не тільки з плоскими (планарними) об'єктами, але і з заготовками складної форми, можливість створення складного рельєфу, можливість забезпечення високого ступеня автоматизації обробки, гнучкість процесу і перелаштування в реальному масштабі часу; можливість здійснювати модифікування властивостей матеріалу, що визначає зміна фізико-хімічних характеристик (наприклад, структури або фазовий склад, механічну міцність або розчинність).

Якості недоліків методу лазерного формоутворення можна відзначити: невисоку продуктивність методу через індивідуального характеру обробки; залишкові явища в матеріалі через паразитний вплив лазерного випромінювання в зоні обробки і необхідності розсіювання значної енергії в малих обсягах; високу складність систем просторового позиціонування пучка та об'єкта при необхідності мати мікронний просторовий дозвіл і високі швидкості обробки; обмежений термін служби дорогих оптичних систем при використанні високоенергетичних впливів.

Поряд з лазерним формоутворенням можливе застосування електронної, іонної та плазмової мікрообробки. Однак особливості отримання фокусування і позиціонування даних видів впливів, що дозволяють забезпечити субмікронний діапазон, вимагають використання вакуумних технологічних систем, а також створюють істотні обмеження по глибинах обробки в умовах проведення просторово прецизійних операцій.

Рентгенівська маска або рентгеношаблон (РШ) є ключовим елементом LIGA процесу. РШ в загальному представляє собою просту структуру - малюнок з рентгенопоглинаючого матеріалу на підкладці прозорою для випромінювання використовуваного пектрального діапазону. «Прозора» основа шаблону - підкладка зазвичай являє собою дуже тонку фольгу (наприклад титан, берилій, вуглець), що пропускає робочий діапазон синхротронного випромінювання, в той час як поглинаючий малюнок складається з порівняно товстого шару важкого матеріалу, наприклад, золота, яка поглинає значну частину потужності

синхротронного випромінювання. РШ з високою роздільною здатністю для мікроструктур з високим аспектним співвідношенням і мінімальним розміром елементів менше 0,2 мкм і можуть бути виготовлені тільки за двох-стадійної технології. На першому етапі проміжний шаблон створюється з використанням електронно-променевої літографії і гальванопластики, поглинає покриття з золота товщиною 1-3 мкм. «М'яка» рентгенівська літографія на синхротронному випромінюванні з $\lambda \sim 12 \text{ \AA}$ використовується для перенесення малюнка з проміжного шаблону в товстий шар ПММА, подальша гальванопластика рентгенопоглинаючого матеріалу, наприклад, золота використовується для створення фінального РШ (робочого шаблону), придатного при $\lambda \sim 2 \text{ \AA}$. Зазвичай проміжний шаблон повинен мати товщину поглинаючого шару 1-3 мкм, тоді як робочий шаблон, повинен мати 15-25 мкм товщину поглинача (рис 2).

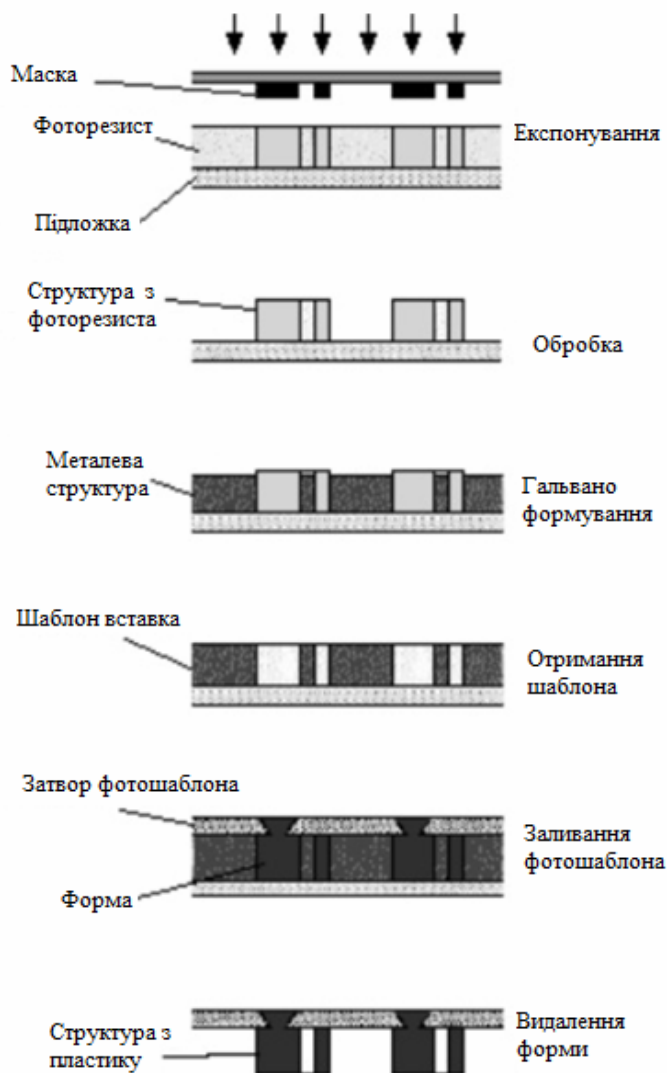


Рисунок 2 – Етапи LIGA технології

Експонування рентгенівським синхротронним випромінюванням зразків рентгенорезистивних матеріалів потребує підготовки специфічного обладнання і дотримання ряду технічних умов (режиму) роботи. Комплекс обладнання для реалізації етапу опромінення є так званою станцією експонування.

Схематично типова установка показана на рис 3. Високовакуумний канал виведення випромінювання з'єднує кільце прискорювача і станцію експонування. Станція експонування - це вакуумна камера на якій встановлений блок-шаблон та основа з резистом. Платформа зворотно переміщується у вертикальній площині поперек вузького пучка синхротронного

випромінювання з постійною швидкістю. Цим забезпечується однорідне опромінення основи по всій висоті шаблону. Параметри променя можуть коригуватися фільтрами, а для усереднення дози по поверхні чутливого шару і для усунення локального перегрівання і деформації маски, тримач основи і маски безперервно переміщується у вертикальному напрямку (від одиниць до десятків сантиметрів у секунду). Для додаткового охолодження камера заповнюється газоподібним гелієм. Багатовісьові скануючі механізми можуть включати в себе пристосування для обертання, нахилу і реалізують інші способи, що забезпечують широкі можливості позиціонування основи відносно пучка синхронного випромінювання. Зазвичай високовакуумний канал виведення випромінювання відділяється від накопичувача берилієвим вікном, що захищає вакуум накопичувача від атмосфери каналу.

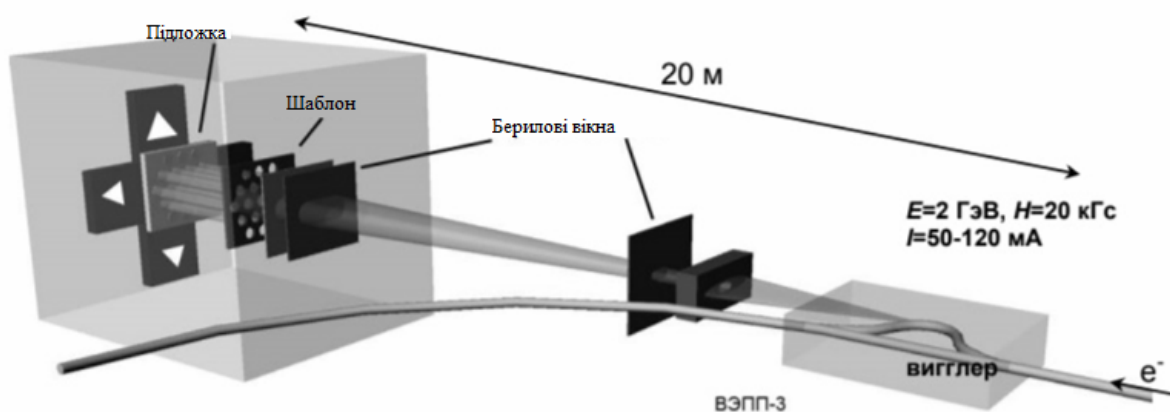


Рисунок 3 – Приклад побудови станції рентгенівської літографії на накопичувачі

Формування виробів з пластмас – шлях до дешевого масового виробництва мікробиробів. Металеві мікроструктури, вироблені за допомогою глибокої рентгенолітографії і гальванопластики, використовуються як інструменти для виробництва пресуванням точних копій первинної структури у великих кількостях і при низькій вартості. В Інституті мікроструктур Карлсруе (Німеччина) вакуумне пресування пластмас - головна техніка, яка використовується для формування мікроструктур.

Процеси глибокої літографії з використанням синхронного випромінювання представляються найбільш перспективними для створення полімерних високоаспектних (глибина структур більше лінійних розмірів елементів) мікроструктур. Повний процес LIGA з використанням гальваноформування, лиття, штампування дозволяє створювати мікромеханічні систем з різним типом матеріалів (полімери, метали, порцеляна) і формувати мікроструктури недоступні для інших виробничих технологій, таких як фотолітографія, реактивне-іонне травлення, обробка на верстатах ЧПУ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Палагін А. Б. Багатозондові підключають пристрої для контролю і комутаційних плат електронних компонентів [Текст]/ В. А. Палагін, І. Ш. Невлюдов, Е. А. Разумов-Фризюк, І. В. Жарикова/ / Матеріали Роботи VII міжнародного симпозіуму "Фундаментальні і прикладні проблеми науки", том 1. М.: РАН, 2012. з 186-194..
2. Невлюдов І. Ш. технології мікросистемної техніки [Текст] / І. Ш. Невлюдов, В. А. Палагін, Е. А. Чала/ НТЖ "технологія приладобудування", Харків. - 2014. 3. С. 7-10.
3. Munchmeyer, D. and W. Ehrfeld. Accuracy limits and potential applications of the LIGA technique in integrated optics. in Proceedings of the SPIE. 1987. The Hague, The Netherlands: SPIE - The International Society for Optical Engineering.

4. Семенец В. В. Введення в мікросистемну техніку и нанотехнологии учебное пособие. [Текст]/ В. В. Семенец, І. Ш. Невлюдов, В. А. Палагин / Харьков "компания Смит", 2011. 416 с.

5. P.Rai-Choklhury, editor. Handbook. Microlithography, Micromaching, and Microfabrication // v.2., SPIE, (1997), pp.302-303.

Науковий керівник: Чала Олена Олександрівна, асистент кафедри КІТАМ, Харківського національного університету радіоелектроніки

УДК 65.011.56

ПРОГРАМНИЙ ТЕРМІНАЛ, ЯКИЙ ВИКОНУЄ ФУНКЦІЮ ЧИТАННЯ СТАТУСУ ВХІДНИХ КОНТАКТІВ АБО ВИКОНУЄ ФУНКЦІЮ ЧИТАННЯ ВХІДНИХ РЕГІСТРІВ

О. М. Пазушко

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: oleksandr.pazushko@nure.ua

Анотація: Була розроблена програма, яка виконує такі функції: формування команд для відправки в промислову мережу, отримання відповідей від пристроїв, що підключені до промислової мережі, вибір методу передавання даних: TCP/IP, підтримка налаштувань СОМ-порту (номер, швидкість, парність, кількість біт даних і стоп біт), налаштування параметрів протоколу TCP/IP, підтримка стандартного протоколу Modbus, відображення отриманих даних. За допомогою розробленої програми оператор буде мати змогу виконувати функцію читання статусу вхідних контактів за протоколом Modbus, або виконувати функцію читання вхідних регістрів підлеглого пристрою за допомогою протоколу Modbus.

Ключові слова: програма, читання, функція, регістр, контакт.

SOFTWARE TERMINAL THAT PERFORMS THE FUNCTION OF READING THE STATUS OF INCOMING CONTACTS OR PERFORMS THE FUNCTION OF READING THE INPUT REGISTERS

O. Pazushko

Kharkiv National University of Radioelectronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av., 14

E-mail: oleksandr.pazushko@nure.ua

Annotation: The developed programs perform the following functions: the formation of commands for sending to the industrial network, receiving responses from devices connected to the industrial network, selecting the method of data transmission: TCP / IP, support for COM port settings (number, speed, parity, number of bits data and stop bits), TCP / IP protocol settings, standard Modbus protocol support, display of received data. With the help of the developed program, the operator will be able to read the status of incoming contacts using the Modbus

protocol, or perform the function of reading the input registers of the subordinate device using the Modbus protocol.

Key words: program, reading, function, register, contact.

Взаємодія пристроїв в промислових мережах виконується відповідно до моделей клієнт-сервер або видавець-передплатник (виробник-споживач). У моделі клієнт-сервер взаємодіють два об'єкти. Сервером є об'єкт, який надає сервіс, який виконує деякі дії по запиту клієнта. Мережа може містити кілька серверів і кілька клієнтів. Кожен клієнт може посылати запити кільком серверам, а кожен сервер може відповідати на запити декількох клієнтів.

Основними перевагами промислових мереж є недорогі лінії і надійність передачі даних. Дані передаються послідовно біт за бітом, як правило, по одному фізичному каналу (або одному провіднику). Такий режим передачі не тільки економить кабельне обладнання, але і дозволяє вирішувати завдання з надійної передачі даних на великі відстані. Час передачі, однак, збільшується пропорційно довжині бітової рядка.

В моїй програмі перша вкладка буде мати назву «FC02 READ INPUT STATUS», а друга «FC04 READ INPUT REGISTERS». За допомогою першої вкладки оператор буде мати змогу виконувати функцію читання статусу вхідних контактів за протоколом Modbus. На другій вкладці будуть розташовані компоненти для виконання функції читання вхідних регістрів підлеглого пристрою за допомогою протоколу Modbus.

На рисунку 1 показано вигляд робочого вікна з розташованими на ньому візуальними компонентами.

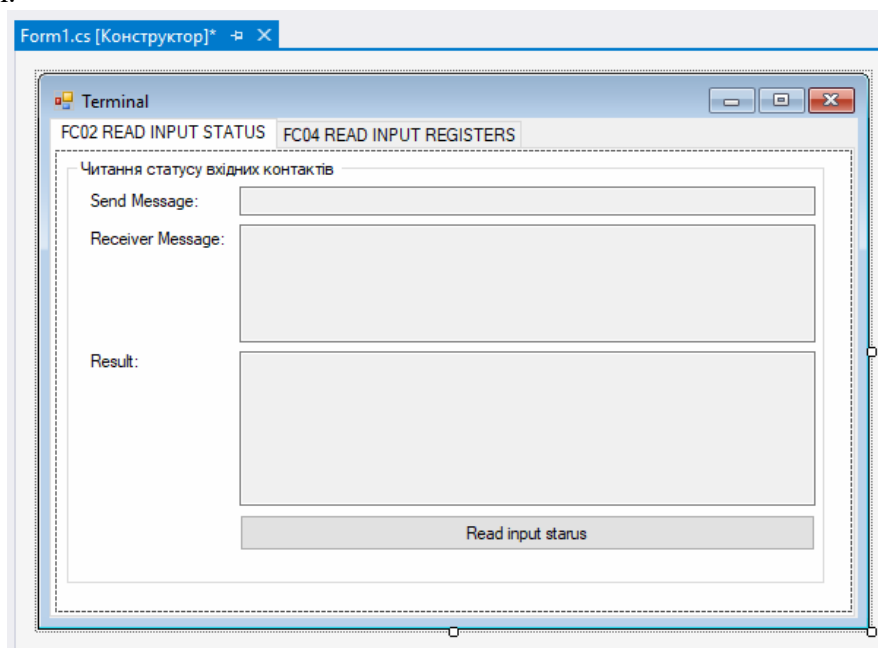


Рисунок 1 – Зовнішній вигляд закладки читання статусу вхідних контактів

Для роботи програми необхідно підготувати змінні для зберігання параметрів підключення до мережі Modbus за технологію TCP/IP.

На рисунку 2 наведено фрагмент коду програми з описом необхідних змінних.

```

private const int READ_BUFFER_SIZE = 2048; // 2KB.
private const int WRITE_BUFFER_SIZE = 2048; // 2KB.
private byte[] bufferReceiver = null;
private byte[] bufferSender = null;
private Socket mSocket = null;
private string IP = "127.0.0.1";
private int Port = 502;

```

Рисунок 2 – Змінні для зберігання параметрів підключення до мережі Modbus за технологію TCP/IP

Як можна бачити з наведеного рисунку в програмі об’явлені такі змінні:

- READ_BUFFER_SIZE – розмір вхідного буферу для читання повідомлень;
- WRITE_BUFFER_SIZE – розмір вихідного буферу для запису повідомлень;
- bufferReceiver – масив байт для отримання даних з мережі Modbus;
- bufferSender – масив байт для передавання даних в мережу Modbus;
- mSocket – змінна типу Socket для виконання з’єднання з мережею за протоколом TCP/IP;
- IP – мережева адреса сервера(наприклад, 127.0.0.1);
- Port – номер порту серверу Modbus (наприклад, 502).

На рисунку 3 показано фрагмент функції для виконання підключення до промислової мережі за допомогою протоколу TCP/IP.

```

public void Connect()
{
    this.mSocket = new Socket(AddressFamily.InterNetwork, SocketType.Stream, ProtocolType.Tcp);
    this.bufferReceiver = new byte[READ_BUFFER_SIZE];
    this.bufferSender = new byte[WRITE_BUFFER_SIZE];
    this.mSocket.SendBufferSize = READ_BUFFER_SIZE;
    this.mSocket.ReceiveBufferSize = WRITE_BUFFER_SIZE;
    IPEndPoint server = new IPEndPoint(IPAddress.Parse(this.IP), this.Port);
    this.mSocket.Connect(server);
}

```

Рисунок 3 – Підключення до промислової мережі за допомогою протоколу TCP/IP.

На рисунку 4 показано фрагмент функції для виконання від’єднання від мережі.

```

public void Disconnect()
{
    if (this.mSocket == null) return;
    if (this.mSocket.Connected)
    {
        this.mSocket.Close();
    }
}

```

Рисунок 4 – Фрагмент функції для виконання від’єднання від мережі.

Основна функція даної вкладки – читання стану вхідних контактів. Для цього була написана наступна функція, фрагмент коду якої зображено на рисунку 5.

```

private void btnReadDiscreteInputs_Click(object sender, EventArgs e)
{
    try
    {
        byte slaveAddress = 4;
        byte function = 2;
        ushort id = function;
        ushort startAddress = 0; // 10 decimal = A hexa
        uint numberOfPoints = 4; // 13 decimal = D hexa
        byte[] frame = ReadDiscreteInputsMsg(id, slaveAddress,
            startAddress, function, numberOfPoints);
        txtSendMsg.Text = Display(frame); //Show Message sent
        this.Write(frame); // Send message
        Thread.Sleep(100); // Delay 100ms
        byte[] buffReceiver = this.Read(); // Receive messages
            // Process data.

        int SizeByte = buffReceiver[8]; // The data bytes received.
        bool[] temp = null;
        if (function != buffReceiver[7])
        {
            byte[] byteMsg = new byte[9];
            Array.Copy(buffReceiver, 0, byteMsg, 0, byteMsg.Length);
            byte[] data = new byte[SizeByte];
            txtReceiMsg.Text = Display(byteMsg);

            byte[] errorbytes = new byte[3];
            Array.Copy(buffReceiver, 6, errorbytes, 0, errorbytes.Length);
            this.CheckValidate(errorbytes); // Check validate
        }
        else
        {
            byte[] byteMsg = new byte[9 + SizeByte];
            Array.Copy(buffReceiver, 0, byteMsg, 0, byteMsg.Length);
            byte[] data = new byte[SizeByte];
            txtReceiMsg.Text = Display(byteMsg); // Show received messages
            Array.Copy(buffReceiver, 9, data, 0, data.Length);
            temp = ByteToBool(data);
        }

        // Result
        if (temp == null) return;
        string result = string.Empty;
        foreach (var item in temp)
        {
            result += string.Format("{0} ", item);
        }
        txtResult.Text = result;
    }
    catch (Exception ex)
    {
        MessageBox.Show(ex.Message);
    }
}

```

Рисунок 5 – Функція читання стану вхідних контактів

На рисунку 6 показано вигляд робочого вікна з розташованими на ньому візуальними компонентами для виконання функції читання вхідних регістрів підлеглого пристрою за допомогою протоколу Modbus.

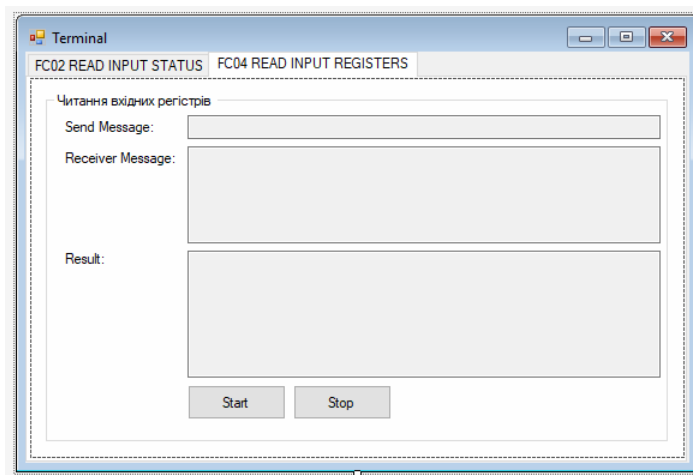


Рисунок 6 – Зовнішній вигляд закладки читання статусу вхідних регістрів

Кнопка «Start» запускає режим роботи з промисловою мережею за певним циклом опитування пристроїв.

Кнопка «Stop» зупиняє прийняття повідомлень та відключає програму від мережі.

При натисканні на кнопку «Start» запускається таймер. Коли таймер спрацює то виконується функція, код якої показано на рисунку 7.

Після запуску даної функції виконується надсилання повідомлення до промислової мережі. Повідомлення підготовлюється до надсилання за допомогою функції `ReadInputRegistersMsg(byte slaveAddress, ushort startAddress, byte function, uint numberOfPoints)`.

Код функції `ReadInputRegistersMsg` наведено на рисунку 8.

```
private void timer1_Tick(object sender, EventArgs e)
{
    try
    {
        if (serialPort1.IsOpen)
        {
            byte[] frame = ReadInputRegistersMsg(slaveAddress, startAddress, function, numberOfPoints);
            txtSendMsg.Text = Display(frame);
            serialPort1.Write(frame, 0, frame.Length);
            Thread.Sleep(100); // Delay 100ms
            if (serialPort1.BytesToRead >= 5)
            {
                byte[] bufferReceiver = new byte[this.serialPort1.BytesToRead];
                serialPort1.Read(bufferReceiver, 0, serialPort1.BytesToRead);
                serialPort1.DiscardInBuffer();
                this.Invoke(new EventHandler((o, evt) =>
                {
                    txtReceiMsg.Text = Display(bufferReceiver);
                }));

                // Process data.
                byte[] data = new byte[bufferReceiver.Length - 5];
                Array.Copy(bufferReceiver, 3, data, 0, data.Length);
                UInt16[] temp = Word.ByteToUInt16(data);
                string result = string.Empty;
                foreach (var item in temp)
                {
                    result += string.Format("{0} | ", item);
                }
                this.Invoke(new EventHandler((o, evt) =>
                {
                    txtResult.Text = result;
                }));
            }
        }
    }
    catch (Exception ex)
    {
        MessageBox.Show(ex.Message);
    }
}
```

Рисунок 7 – Код функції для опитування віддалених пристроїв

```

private byte[] ReadInputRegistersMsg(byte slaveAddress, ushort startAddress, byte function, uint numberOfPoints)
{
    byte[] frame = new byte[8];
    frame[0] = slaveAddress;           // Slave Address
    frame[1] = function;               // Function
    frame[2] = (byte)(startAddress >> 8); // Starting Address High
    frame[3] = (byte)startAddress;     // Starting Address Low
    frame[4] = (byte)(numberOfPoints >> 8); // Quantity of Registers High
    frame[5] = (byte)numberOfPoints;   // Quantity of Registers Low
    byte[] crc = this.CalculateCRC(frame); // Calculate CRC.
    frame[frame.Length - 2] = crc[0];  // Error Check Low
    frame[frame.Length - 1] = crc[1];  // Error Check High
    return frame;
}

```

Рисунок 8 – Код функції ReadInputRegistersMsg

Після отримання повідомлення виконується підрахування контрольної суми за допомогою функції CalculateCRC. Код даної функції показано на рисунку 9.

```

private byte[] CalculateCRC(byte[] data)
{
    ushort CRCFull = 0xFFFF; // Set the 16-bit register (CRC register) = FFFFH.
    byte CRCHigh = 0xFF, CRCLow = 0xFF;
    char CRCLSB;
    byte[] CRC = new byte[2];
    for (int i = 0; i < (data.Length) - 2; i++)
    {
        CRCFull = (ushort)(CRCFull ^ data[i]); //

        for (int j = 0; j < 8; j++)
        {
            CRCLSB = (char)(CRCFull & 0x0001);
            CRCFull = (ushort)((CRCFull >> 1) & 0x7FFF);

            if (CRCLSB == 1)
                CRCFull = (ushort)(CRCFull ^ 0xA001);
        }
    }
    CRC[1] = CRCHigh = (byte)((CRCFull >> 8) & 0xFF);
    CRC[0] = CRCLow = (byte)(CRCFull & 0xFF);
    return CRC;
}

```

Рисунок 9 – Код функції CalculateCRC

ЛІТЕРАТУРА

1. Ицкович, Э.Л. Зарубежные распределенные микропроцессорные системы управления технологическими процессами (обзор) [Текст] / Э.Л. Ицкович // Приборы и системы управления. – 2009. - №8. - С.7-10.
2. Технология разработки программного обеспечения: Учебник/С.Орлов. – СПб.: Питер, 2012 – 464 с.
3. Эндрю Троелсен. С# 2008 и платформа .NET 3.5 Framework = ProC# 2008 and the .NET 3.5 Framework. – 4-е изд. – М.: Вильямс, 2009. – С. 1368.
4. Кристиан Нейгел, Карли Уотсон и др. Visual C# 2009: базовый курс. Visual Studio® 2009 = Beginning Visual C# 2008. – М.: Диалектика, 2009. –904 с.
5. Хватов, Б.Н. Гибкие производственные системы. Расчет и проектирование: учеб, пособие [Текст] / Б.Н. Хватов. - Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та. 2015. - 112 с.

Науковий керівник: Новоселов Сергій Павлович, к.т.н., професор кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Е. А. Левченко, И. А. Ситало, Е. Г. Медовая

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Украина, 61166, Харьков, пр. Науки 14

E-mail: ivan.sitalo@nure.ua, yevhen.levchenko@nure.ua, kateryna.medova@nure.ua

Аннотация: в статье были рассмотрены направления и концепции перспектив развития автоматизированного производства повышения эффективности, сокращения затрат и повышения производительности.

Ключевые слова: автоматизация, система, производство, эффективность.

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF AUTOMATED PRODUCTION

E. Levchenko, I. Sitalo, K. Medova

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av, 14

E-mail: ivan.sitalo@nure.ua, yevhen.levchenko@nure.ua, kateryna.medova@nure.ua

Annotation: The article examined the directions and concepts of the prospects for the development of automated production to increase efficiency, reduce costs and increase productivity.

Key words: automation, system, manufacture, effectiveness.

Оптимизация производительности автоматизации важнейшая часть любого производства, поэтому мониторинг процессов автоматизации и диагностика проблем будут получать все больше внимания.

Поскольку клиенты встречают усиленную конкуренцию со стороны производителей, они ищут все возможные средства для повышения эффективности процессов автоматизации производства и снижения издержек. Все клиенты определяют эффективность по-своему, но есть некоторые общие интересы. Основное внимание уделяется производительности оборудования, причем "общая эффективность оборудования" встречается все больше и больше в дискуссиях. Использование данных для измерения и отчетности о результатах деятельности – и так далее.

Существуют такие направления развития автоматизации: системы наблюдения, интернет вещей, 3d печать, виртуальная и дополненная реальности.

В данный момент производители собирают большие объемы данных из автоматизированных производственных линий - и строят на основе этих данных все большее количество проектов - чем когда-либо прежде. Чем больше данных производителя, тем лучший анализ они могут сделать по оптимизации автоматических линий.

Умение, как проанализировать и представить действующие данные для управления торговым пространством и операторами, включают еще один важный набор навыков. Производители строят датчики, программные системы и отчетные устройства, которые делают все это более умными способами.

Конечно, использование мощностей, виды производственных ошибок и все их количество все еще важны, но другие виды данных также делают свою отметку. Одним из ключевых показателей является количество выработки продукта, выходящих из конца автоматической линии. Это трудно измерить при запуске автоматизированной линии, но мы обнаруживаем, что последовательный анализ выработки продукта структурированным путем неизменно приводит к повышению производительности [1].

1. Видеонаблюдение автоматизированных производственных линий. Наряду с информационными панелями динамической производительности, эти видеоканалы отражаются на больших экранах на производственном пространстве или в отдаленных местах и записываются для дальнейшего использования.

Данная технология проста в использовании и занимает важное место на автоматизированных производственных линиях, тем не менее, является мощным инструментом диагностики для устранения проблемных зон и повышения эффективности. Менеджеры и операторы могут просматривать видеозаписи, чтобы определить, что пошло не так - где и когда это произошло - добавив больше устройств, не добавляя большего количества рабочей силы.

В мире прослеживается тенденция систем автоматизации под ключ.

Одной из причин этого является то, что конкурентоспособность побуждает клиентов к четкому определению приоритетности между обязательными, основными компетенциями и возможностями. Все меньше и меньше компаний используют собственные ресурсы для инженерии и автоматизации. Все чаще компании передают проектирование, производство и обслуживание оборудования для автоматизации специалистам-партнерам. Еще одна причина заключается в том, что многие клиенты, не в последнюю очередь в западных странах, продолжают бороться с нехваткой квалифицированного персонала, особенно инженерных ресурсов, программистов и квалифицированной рабочей силы для обслуживания.

2. Интернет вещей – это система взаимосвязанных вычислительных устройств, механических и цифровых машин, объектов или людей, которые снабжены уникальными идентификаторами и способностью передавать данные по сети, не требуя больших усилий от человека или взаимодействие человека с компьютером.

Определение Интернета вещей эволюционировало из-за конвергенции множества технологий, аналитики в реальном времени, машинного обучения, товарных датчиков и встроенных систем. Традиционные области встраиваемых систем, беспроводных сенсорных сетей, систем управления, автоматизации (включая автоматизацию дома здания) способствуют созданию Интернета вещей. На потребительском рынке эта технология больше всего ассоциируется с продуктами, относящимися к концепции «умного дома», охватывающими устройства и бытовые приборы (такие как осветительные приборы, термостаты, системы домашней безопасности и камеры), которые поддерживают один или более распространенные экосистемы, и ими можно управлять с помощью устройств, связанных с этой экосистемой, таких как смартфоны и интеллектуальные колонки.

Производители все чаще используют Интернет вещей, который влечёт за собой взаимосвязь уникальных устройств в существующей интернет-инфраструктуре, для достижения различных целей, включая снижение затрат, повышение эффективности и безопасности, выполнение требований соответствия и инновации продуктов [2].

Примерно 63% производителей считают, что применение ИВ к продуктам повысит прибыльность в течение следующих пяти лет, и к 2024 году они намерены инвестировать в ИВ 267 миллиардов долларов. Они понимают, что ИВ даёт им возможность принимать обоснованные стратегические решения, предоставляя важную информацию в режиме реального времени. По данным нашим данным почти треть (31%) производственных процессов и оборудования, а также непромышленных процессов и оборудования (30%) уже включают интеллектуальные устройства либо встроенные интеллектуальные устройства. Аналогичный процент производителей внедрили стратегию по применению технологий ИВ в своих процессах (34%) или внедрению технологий ИВ в продукты (32%).

Поскольку производители все больше полагаются на технологии, их потребность нанимать технически подкованных сотрудников возрастает. Проблема в том, что не хватает квалифицированных сотрудников, чтобы заполнить количество открытых вакансий. Чтобы заполнить пустоту, производители должны сделать две вещи: обучить существующих работников выполнять квалифицированные задачи и найти способ сделать свой бизнес

привлекательным для компьютерных программистов, разработчиков приложений, исследователей данных, и других высококвалифицированных специалистов [3].

3. 3D-печать делает производство быстрее и дешевле. Производители получают выгоду от более быстрого и менее дорогостоящего производства с помощью 3D-печати. Она позволяет быстрее создавать прототипы, что является очень экономичным способом для разработчиков продуктов для которые будут тестировать и устранять неисправности своих продуктов. Также, печать позволяет производителям выполнять изделия по заданным характеристикам, а не производить и складировать их. Макет 3D-принтера представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – 3D-принтер

Дорогой и трудоемкий процесс изготовления инструментов для производителей уже трансформируется с помощью 3D-печати. Исторически изготовление пресс-форм, приспособлений и приспособлений, используемых в массовом производстве тяжелого оборудования, занимало месяцы, было очень дорогостоящим и, как правило, занималось использованием инструментальных компаний со штаб-квартирой за рубежом. 3D-печать делает возможным экономически эффективное выполнение инструментов на месте, в считанные дни, и уже используется в автомобильной и аэрокосмической промышленности.

Отказ от критически важного оборудования является дорогостоящим для производителей как с точки зрения ремонта, так и с точки зрения простоя и потери производительности. По последним данным, 98% организаций говорят, что один час простоя стоит более 100 000 долларов. Поэтому обеспечение того, чтобы все оборудование функционировало оптимально, остается ключевым приоритетом для производителей, многие из которых обращаются к технологиям прогнозного технического обслуживания [4].

4. Виртуальная реальность и дополненная реальность продолжают укреплять взаимные отношения между человеком и машиной.

Дополненная реальность и виртуальная реальность, будут продолжать создавать отношения между человеком и машиной, которые положительно повлияют на производителей.

Благодаря беспрепятственному взаимодействию программного обеспечения с компьютерными проектами, разработчики продуктов могут использовать виртуальную реальность для быстрого внесения изменений и дополнений в продукты на этапе проектирования продукта, прежде чем они перейдут в процессы моделирования и производства. Также эти технологии могут сократить время проверки и помочь в

обнаружении ошибок в дополнение к улучшению видимости рабочих, что позволяет им быстрее выполнять задачи.

Например, с помощью устройств, таких как электронные очки, компьютерная графика может быть помещена в поле зрения работника, которое предоставляет ему помощь в режиме реального времени, когда дело доходит до выполнения задачи. Технология дополненной реальности также может использоваться с камерами и датчиками для обучения. Рабочим можно показать, как выполнять задачу и использовать подачу данных для исправления ошибок, что позволяет быстро и эффективно обучать неквалифицированных рабочих для работы с высокой ценностью. Электронные очки изображены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Электронные очки

Прогнозирующие программы технического обслуживания контролируют оборудование, используя любое количество показателей производительности. Позволят производителям лучше понять, как работают системы и когда они выходят из строя. Возможность прогнозировать, когда следует проводить техническое обслуживание экономит время, деньги и ресурсы производителей. Как правило, контрольные тесты могут проводиться во время работы оборудования, что означает, что при остановке оборудования не будет потерь производительности.

В будущем ожидаем тенденцию все более разумных интерфейсов и панелей управления для управления и оптимизации процессов автоматизации, чтобы достичь еще большей скорости. Даже не думайте о сложных интерфейсах PLC. Рассмотрим простоту и универсальность iPad. Как уже было сказано выше, для преодоления растущего разрыва в умениях. Компаниям трудно набирать и удерживать квалифицированную рабочую силу для все более автоматизированных производственных условий. Когда старые ребята выезжают, новые ребята не имеют опыта или понимания для того, чтобы все работало. Вместо опытного персонала и повышение квалификации пользовательские интерфейсы должны стать более понятными. Клиентам нужны интерфейсные решения, фиксируют и передают собран опыт. Операторы должны иметь возможность быстро и легко делать то, что нужно сделать.

Таким образом из вышесказанного можно сделать вывод, что дополненная реальность и виртуальная реальность, будут продолжать создавать взаимовыгодные отношения между человеком и машиной, которые положительно повлияют на эффективность производства. Видеонаблюдение автоматизированных производственных линий позволит операторам иметь доступ к видеозаписям которые позволят быстрее устранить проблемы на участке и сэкономить деньги на дополнительном персонале. Ожидается, что системы станут более гибкими с помощью большего количества роботов. Инвесторы все больше стремятся инвестировать в оборудование, которое может адаптироваться к нововведениям и требованиям к настройке и усовершенствованию процессов. В мире роботов робототехнические решения становятся лучшими, более гибкими и более дешевыми. Производители будут все больше уделять внимания на использование промышленных роботов для замены или дополнения специально разработанного оборудования в будущем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Key trends in manufacturing automation and why they matter [Електронний ресурс] // QUBIQA. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.qubiqua.com/Qubiqua-EN/Blog/5-key-trends-in-manufacturing-automation-2018-%E2%80%93-and-why-they-matter>.
2. Фельдштейн Е. Э. Автоматизация производственных процессов в машиностроении. Учебное пособие / Е. Э. Фельдштейн, М. А. Корниевич., 2016. – 264 с. – (ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М").
3. BOGGESS M. Trends That Will Dominate Manufacturing in the future [Електронний ресурс] / MARTIN BOGGESS. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://us.hitachi-solutions.com/blog/top-manufacturing-trends/>.
4. Analytics, artificial intelligence, the Industrial Internet of Things and additive manufacturing are all expected to see continuous improvements and use this year. [Електронний ресурс] // CSIA. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.automationworld.com/manufacturing-trends-2019>.

Научный руководитель: Чалая Елена Александровна, ассистент кафедры КИТАМ, Харьковского национального университета радиоэлектроники

УДК 658.51

КОНЦЕПЦІЯ ГНУЧКОГО ВИРОБНИЦТВА

I. А. Сітало, Е. О. Левченко, К. Г. Медова

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: ivan.sitalo@nure.ua, yevhen.levchenko@nure.ua, kateryna.medova@nure.ua

Анотація: в статті було розглянуто концепції гнучкого виробництва, фізичні втілення концепції гнучкого виробництва, якими є гнучка автоматизована виробнича система (ГАВС).

Ключові слова: гнучкість, система, станок, робочий.

FLEXIBILITY CONCEPT

I. Sitalo, E. Levchenko, K. Medova

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av, 14

E-mail: ivan.sitalo@nure.ua, yevhen.levchenko@nure.ua, kateryna.medova@nure.ua

Annotation: The article examined the concepts of flexible production, the physical embodiment of the concept of flexible production, which is a flexible automated production system (FAPS).

Key words: flexibility, system, machine tool, worker.

Одним з основних об'єктів дослідження промислової кібернетики є гнучкі автоматизовані (автоматичні) виробництва і аспекти їх створення і використання. В англійській мові еквівалентне слово flexible означає: а) гнучкий, гнеться; б) еластичний, м'який; в) той, що легко пристосовується; г) податливий, поступливий. Отже, поняття «гнучкість» має такі основні ознаки: вплив на систему, зміна поведінки або властивостей системи (адаптація в тому числі); є межі зміни. Всі ці ознаки в цілому дозволяють дати субстанціональне визначення гнучкості: гнучкість - здатність системи, яка піддається деякому зовнішньому

або внутрішньому впливу, адаптивно або нормативно змінювати поведінку і (або) стан в рамках, які задані критичними значеннями параметрів цієї системи, перевищивши які наступають біфуркаційні процеси.

Вивчаючи гнучкість з точки зору кібернетики, впливає висновок про те, що поняття «гнучкість» і «керованість» (здатність управлятися) є близькими за змістом. І дійсно, поняттям «гнучкості» передбачається, що в системі є різноманітність можливих подій, явищ і дій. А сенс процесу управління полягає саме в тому, що з усього розмаїття слід вибрати одну конкретну дію (або послідовність дій), яка буде відповідати якійсь меті, заданій наперед, і повинна створити умови, які допоможуть в реалізації цього вибору. Існують і різні найменування, які мають місце в технології, що гнучко перебудовується. Наприклад, гнучка технологічна система (ГТС), гнучке автоматизоване виробництво (ГАВ), гнучка обробна система (ГОС), гнучка автоматизована виробнича система (ГАВС), гнучкий виробничий комплекс (ЦВК) та інші. Вивчаючи понятійні аспекти ГВС, можна зробити деякі висновки. Основним з них є те, що гнучке автоматизоване виробництво є абсолютно новою формою в організації виробничого процесу, в якій, за рахунок поновлення цієї форми, за допомогою автоматизованих засобів з'являється можливість виконувати високі споживчі властивості. [1]

Розглянемо чотири різновиди виробничих систем, які можуть використовуватися в багато-дрібносерійного виробництва, які зображені на рисунку 1.

За ступенем гнучкості існують чотири системи виробництв.

Перша система (а) - заснована на жорсткій технології, тобто обладнання виготовляє тільки один вид деталей і не може бути використано для виготовлення інших видів. Одним з прикладів є технологічний процес штампування.

Друга система (б) - передбачає технологію, що пере налаштовується. Сенс полягає в тому, що можна випускати також і інші вироби, але для цього потрібно змінювати і додавати деякі компоненти і технічні пристрої.

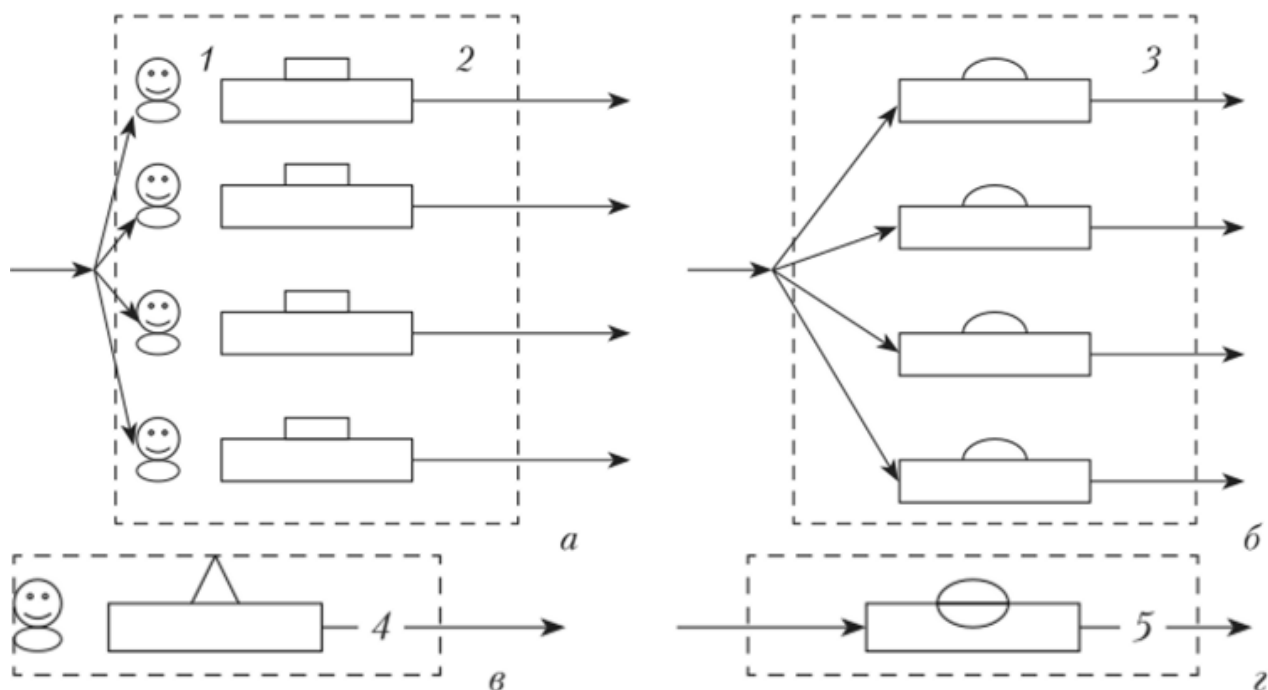


Рисунок 1 – Різновиди виробничих систем, де 1 – робочий, 2 – спеціалізований станок з ручним управлінням, 3 – спеціалізований станок-автомат, 4 – універсальний станок, 5 – багатоопераційний станок-автомат. (а, б, в, г – групи гнучкості виробництв)

Третя система (в) - обладнання, яке може бути перенастроюваним. Зазвичай прикладом служить кілька верстатів з числовим програмним управлінням (ЧПУ). Під час пере

налаштування обладнання потрібна невелика пауза (близько 5 хвилин), щоб замінити програму, яка виконується в ЧПУ.

Четверта система (г) - передбачає гнучку технологію виробництва. Така система має високий рівень автоматизації. Пере настроювання такого обладнання не потрібно. Верстати готові випускати нову продукцію відразу, а зміна режимів роботи відбувається автоматично. Прикладом можна вважати інтегровані виробничі системи з ЕОМ, яка управляє роботою і технологічним процесом в цілому.

Останні дві системи називаються програмованими, оскільки, для того, щоб здійснити перехід з виробництва однієї деталі на іншу, досить просто змінити керуючу програму, без заміни обладнання. Гнучке автоматизоване виробництво якісно відрізняється від звичного нам традиційного за наступними показниками: більшу мобільність і коротші терміни освоєння нової продукції; вищу продуктивність і якість виробленої з його допомогою продукції; поліпшені умови праці для персоналу; скорочення витрат на виробництво продукції; менші витрати на експлуатацію та на виробництво нової продукції.

Гнучка виробнича система (ГВС) лежить в основі і є головною частиною гнучкого автоматичного виробництва. ГВС - це сукупність технологічного обладнання та систем, які забезпечують роботу обладнання в автоматичному режимі. Також, ГВС можна структурно розділити на кілька частин:

- гнучкий виробничий модуль;
- роботизований технологічний комплекс;
- систему забезпечення функціонування ГВС.

У свою чергу, гнучким виробничим модулем (ГВМ) є окремо функціонуюча одиниця технологічного обладнання, яка управляється за допомогою програми. Вона служить для виробництва виробів довільної номенклатури. Здійснює роботу, пов'язану з виробництвом продукції повністю автоматично. Прикладом ГВМ може служити верстат типу «обробний центр», що використовується при застосуванні технології обробки металів різанням. На таких верстатах, різні операції, такі як точіння, свердління, фрезерування, виконуються при мінімальних зусиллях у допоміжних діях, пов'язаних з установкою, закріпленням, зняттям заготовки, зміною інструментів, з боку робітників.

Зазвичай 5-6 металорізальних верстатів можна замінити всього одним таким обробляючим центром. ГВМ доцільно застосовувати в серійному і дрібносерійному виробництві. Такі ГВМ можуть укупі створювати собою цілу систему більш високого рівня. Наприклад, ГВС називають гнучкою автоматизованою лінією, якщо вона являє собою кілька таких виробничих модулів, які об'єднані в автоматизовану систему управління і при цьому, в ній технологічне обладнання розташоване в певній прийнятій послідовності технологічних операцій. [2]

Також існує роботизований технологічний комплекс (РТК), який є автономною функціонуючою сукупністю технологічного обладнання, промислового робота і засобів їх оснащення. РТК заточений на виконання допоміжних дій, на відміну від ГВМ. Всім цим керує комплекс ЕОМ, програм і центрального пульта управління, який називається системою забезпечення функціонування ГВС. Вона служить для узгодження і збирання воедино всіх частин, що входять до складу ГВС.

Основні технологічні характеристики ГВВС:

- робота в автоматичному режимі;
- автоматичне виконання робочих та допоміжних дій;
- простота наладки;
- гнучкість, що задовольняє потреби дрібносерійного виробництва;
- висока економічна ефективність при правильній експлуатації.

Гнучке автоматизоване виробництво (ГВБ) - вищий щабель. Воно являє собою набір ГВС, які виконують обробку виробів і являють собою закінчений технологічний ланцюжок. Воно також має автоматизовані склади для матеріалів і готових виробів, а також має систему

обслуговування верстатів. ГАВ являє собою гібрид автоматичної лінії (з точки зору продуктивності) і універсального обладнання (з точки зору гнучкості).

В таблиці 1 показано перерозподіл функцій. Хоча вона і не показує картини в цілому, тому що не бере до уваги такі функції, як, наприклад видалення стружки та ін., за її допомогою можна прослідкувати перерозподіл конкретних функцій між машиною та людиною, за рахунок втілення технології гнучкого автоматичного виробництва.

Іншою версією гнучкої системи може бути жорстка система, що має у своєму складі спеціалізований один операційний верстат і робітника.. Людське завдання полягає в тому, щоб послідовно виконувати елементарні дії по типу «ввімкнути» та «вимкнути», проте сам механізм не може самостійно перебудовуватися. Організації транспортних зв'язків і управління системою допомагають змінювати поведінку й отримувати допоміжні високоякісні можливості для виробничої системи, яка у свою чергу складається з ряду технологічних обладнань. Від чого буде залежати гнучкість цієї системи? Перше, що можна відзначити — це здатність транспортувати деталі між верстатами. Друге — здатність розгрупувати завдання серед робочих місць, таким чином, щоб виготовити продукцію якомога швидше, а також просто оптимізувати системну роботу. Уявімо, таку ситуацію, що один з верстатів зламається або працівник взяв відпустку, тоді доведеться переробляти організацію роботи всієї системи.

Автоматизована гнучка виробнича система складається з синтезу програмно-керованого технологічного комплексу, який може автоматично перетворюватися на видавництво нової деталі. Унікальність цього синтезу в тому, що вона акумулює можливості підвищення продуктивності праці й надійність продукту, якщо порівнювати зі звичайною комплектацією універсального обладнання. Цьому сприяє висококласна організація управління, автоматизації, невразливість до зовнішніх проблем і змін, відмов всередині програми, ймовірність уможливити такі технологічні шляхи, які приведуть до мети у швидкий термін і з найменшими витратами. Вже зараз можна виділити 2 підходи до цієї проблеми, хоча суперечки з приводу концепції гнучких виробничих систем все ще ведуться. Ідея першого підходу полягає в реформуванні поточних ліній, в які послідовно об'єднані комплементарні верстати, які вміють перелаштовуватися на сучасну продукцію. Такий шлях відтворює лінійну концепцію ГВС.

Таблиця 1 – Перерозподіл функцій в гнучкому виробництві

Функції	Станок з ручним управлінням	Станок з ЧПУ	Обробляючий центр	ГВС
Транспортування заготовок до станку	Людина	Людина	Людина	Машина
Установка та кріплення заготовок	Людина	Людина	Людина	Машина
Вибір та установка ріжучого інструмента	Людина	Людина	Машина	Машина
Керування подачею та швидкістю різки	Людина	Машина	Машина	Машина
Керування геометрією різки	Людина	Машина	Машина	Машина
Заміна інструмента та переміщення	Людина	Людина	Машина	Машина
Розгрузка деталі зі станка	Людина	Людина	Людина	Машина

Інший підхід висуває припущення про багаторівневу структурному компонентуванні технологічних обладнань і систем управління, так само обов'язкове існування центрального

складу та локальні накопичувачі для комплексу еквівалентних верстатів, які є невіддільною частиною гнучких автоматизованих ділянок (ГАД). Саме в цьому підході здійснюється кастова концепція ГВС. Навіть якщо ці принципи ГАД більш багатопланові та складні, ніж лінійні, вони все ж більше здійснені, також мають інші сильні сторони й перевагами, наприклад, здатні поступово збільшувати максимум ефективності при неповній автоматизації (в цій системі можуть рівноправно взаємодіяти ГАД і частини з ручними технологічними процесами, навіть якщо такі автоматизувати по будь-яким чинникам до тих пір, поки не представляється можливим). [3]

Виходячи з цього, в гнучких автоматизованих умовах виконання призначених управлінь знаходять інші функції: до контролювання операції впливу на діяльність приєднуються питання структурованої організації з огляду на мінливі зовнішні (зміна перебування і потреби на продукти) і внутрішніх (непередбачувані моменти технологічного характеру) умовах. З даними проблемами виробництва, які постійно ускладнюються, стикаються завжди. Приріст продуктивності і ефективності експлуатації обладнання, а також підвищення якості продукту залежить від виробничої гнучкості. Ось тільки оптимальне управління подібними складними комплектами подій у виробничій сфері звичайними способами неможливо. Саме через це зараз як ніколи актуальним є питання про автоматизацію елементів виробництва, зміни з головним завданням задовільнити потреби на продукцію і прийнятне управління процесами. Це триєдине завдання потрібно вирішувати, реалізуючи гнучке автоматизоване виробництво.

ЛІТЕРАТУРА

1. Медведев, В. М. (2016). Гибкое автоматизированное производство в машиностроительном комплексе. In Сборник статей Международной научно-практической конференции.
2. Иванов, Ю. В., & Лакота, Н. А. (1987). Гибкая автоматизация производства РЭА с применением микропроцессоров и роботов..
3. Групове управління гнучкими виробничими системами у виготовленні МЕМС виробів / І. Ш. Невлюдов, Н. П. Демська, О. О. Чала, А. І. Демська // Праці міжнародної науково-практичної конференції «математичне моделювання процесів в економіці та управлінні проектами і програмами (ММП-2018)» / І. Ш. Невлюдов, Н. П. Демська, О. О. Чала, А. І. Демська. – Харків-Коблево, 2018. – С. 101–103.

Науковий керівник: Чала Олена Олександрівна, асистент кафедри КІТАМ, Харківського національного університету радіоелектроніки

УДК 681.3.016

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ПОБУДОВИ ЛОКАЛЬНОЇ КАРТИ СЕРЕДОВИЩА МОБІЛЬНОГО РОБОТА

К. Є. Скрипник, Ю. М. Піщур

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: kostyanskripnik@gmail.com, yurii.pitsur@nure.ua

Анотація: Розглянуто питання створення програмного продукту для побудови мап місцевості в режимі реального часу та виявлення мобільного робота на побудованій мапі. Визначена сукупність датчиків та додаткових пристроїв необхідних для реалізації програми.

Ключові слова: інформація, система, робототехніка, рівняння, мапа, механіка, рух.

ANALYSIS OF TECHNOLOGY OF CREATION OF LOCAL MAP OF MOBILE ENVIRONMENT

K. Skrypnyk, Yu. Pitsur

Kharkiv National University of Radioelectronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: kostyanskripnik@gmail.com, yurii.pitsur@nure.ua

Annotation: The problems of creating software to build maps in real time and detect a mobile robot for building maps. Defines a set of sensors and additional devices required to implement the program.

Key words: information, system, robotics, equations, map, mechanics, motion.

Мобільні роботехнічні системи застосовуються сьогодні у різних галузях. Поки основною проблемою всіх нині існуючих мобільних апаратів, які прямують самостійно, без управління з боку людини, залишається навігація. Для успішної навігації в просторі бортова система робота повинна вміти будувати маршрут, управляти параметрами руху (задавати кут повороту коліс і швидкість їх обертання), правильно інтерпретувати відомості про навколишній світ, одержувані від датчиків, і постійно відстежувати власні координати. Все це вказує на актуальність досліджень в області навігації мобільних роботів [1, 2].

Комп'ютерні системи побудови маршруту розроблені досить добре. Спочатку вони створювалися для найпростіших віртуальних середовищ, і програма, що моделює дії робота, швидко знаходила оптимальний шлях до мети в двовимірних лабіринтах і кімнатах, наповнених простими перешкодами. Коли з'явилися швидкі процесори, стало можливим формувати траєкторію руху вже на складних тривимірних картах, причому в реальному часі. Цікаво, що істотний внесок в цей алгоритмічний напрямок внесли компанії-розробники комп'ютерних ігор, що фінансують відповідні дослідження. У сучасних іграх з кожної з конфлікуючих сторін бере участь кілька сотень бойових одиниць, що діють на випадково згенерованих тривимірних картах, і кожна одиниця швидко і досить ефективно знаходить шлях до мети. Правда, при цьому вона, як правило, неявно володіє повною інформацією про карту і своє місцезнаходження на ній.

Система навігації є необхідною частиною системи управління мобільним роботом, і в цьому розділі залишається безліч невіршених завдань, зокрема, завдання побудови і актуалізація карти робочого простору про час функціонування робота.

Пристрої пересування роботів відносять до їх виконавчих пристроїв [3]. У роботах на сьогодні застосовують практично всі відомі у транспорті та в інших областях техніки способи пересування. Крім того, предметом самої робототехніки є крокуючі (стопокрокуючі) транспортні засоби.

Відповідно до призначення робота і з загальною класифікацією транспортних засобів по областям застосування пристрою пересування роботів діляться на наземні, підземні, плаваючі, підводні, повітряні, космічні.

Наземні пристрої пересування складаються з ходової частини та її приводів. За принципом дії ходової частини ці пристрої класифікують на колісні, гусеничні, на електромагнітної підвісці, на повітряній подушці, крокуючі, плазуючі та інші.

Крім того, предметом робототехніки є різні біонічні способи пересування (локомоцій), запозичені у живої природи і не освоєні ще у техніці. До них, перш за все, відноситься пересування. Основною специфічною частиною всіх систем пересування є рушії, що перетворюють зусилля від двигунів приводів і зусилля, що забезпечує систему пересування.

Особливий розділ робототехніки складають крокуючі системи пересування і засновані на них транспортні машини. Вони є предметом робототехніки тому, що механічні ноги – педіпулятори (від латинського слова *pes, pedis* – нога) – найбільш близькі іншим основним

об'єктам робототехніки – маніпуляторам. Однак значення і потенційні області застосування крокуючих машин виходять за межі робототехніки. Спосіб пересування за допомогою ніг (крокування, біг, стрибання), як відомо, є найбільш поширеним в живій природі. Однак у техніці він ще не отримав помітного застосування насамперед через складність управління.

Завдання про рух колісного робота відноситься до досить складного розділу теоретичної механіки, присвяченому дослідженню руху систем абсолютно твердих тіл з неголономними зв'язками. Навіть у разі одного тіла, що котиться по абсолютно твердій поверхні, виникають нетривіальні динамічні ефекти. Їх розгадка була знайдена тільки останнім часом.

Особливістю неголономних систем є, зокрема, особлива методика складання диференціальних рівнянь руху, розроблена П. Аппелем, П. Воронцовим і С. Чаплигіним [4].

Для визначеності далі розглянемо мобільний робот, який має два незалежно керованих моторизованих колеса. Нехай рух робота відбувається в горизонтальній площині, третє колесо робота вважається без інерційним, позбавленим тертя і закріпленим на шасі робота на вертикальній саморозвертаючій вилці. На рис. 1 наведено загальний вигляд шасі мобільного робота. При прийнятих припущеннях його рух повністю визначається координатами $\{x, y\}$ точка A – центр відрізка, що з'єднує провідні колеса шасі, і кутом повороту j , відлічуваним від осі X .

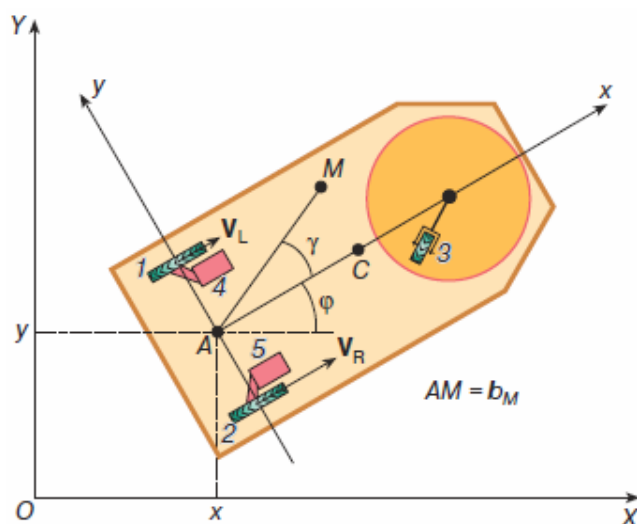


Рисунок 1 – Схема шасі мобільного робота

Рух усіх коліс відбувається без прослизання. Провідні колеса 1 і 2 мають радіус r і приводяться в обертання однаковими двигунами 4 і 5 відповідно, на які подаються керуючі напруги: U_L – для лівого колеса 1 і U_R – для правого колеса 2. Поворот робота здійснюється за допомогою різниці зазначених керуючих напруг.

Рух робота розглядається відносно нерухокої системи координат OXY. Рухома система координат A_{XY} з початком в точці A жорстко пов'язана з шасі робота. Ось x перпендикулярна відрізку, що з'єднує центри ведучих коліс, і є віссю симетрії шасі. Позитивний напрямок осі x збігається з напрямком руху робота. Центр мас робота знаходиться в точці C ; абсцису точки C в рухомій системі позначимо через A . При позитивних значеннях A центр мас і третє колесо знаходяться попереду ведучих коліс.

У разі рівного розподілу напруг, що подаються на двигуни ведучих коліс, диференціальні рівняння руху мобільного робота мають вигляд

$$\begin{aligned} \frac{dV}{dt} &= -\mu V + a\Omega^2 + p \\ \frac{d\Omega}{dt} &= -\mu \frac{l^2}{r^2} \Omega - \frac{a}{\rho^2} V\Omega \end{aligned} \quad (1)$$

де V – швидкість точки А,
 Ω – кутова швидкість робота,
 μ – параметр, пропорційний коефіцієнту сил в'язкого тертя,
 r – радіус інерції робота відносно вісі, яка проходить через центр мас,
 l – відстань між центрами керуючих коліс робота,
 p – позитивний параметр, пропорціональний сумі напруг, які подаються на керуючі колеса робота.

У разі постійності параметра p рівняння (1) описують некерований рух робота. При позитивних значеннях параметра a рівняння (1) мають єдину особливу точку

$$V = \frac{p}{\mu}, \Omega = 0. \quad (2)$$

Частне рішення (2) відповідає прямолінійному поступальному руху робота з постійною швидкістю V . Це рух асимптотно стійко «у великому», тобто всі рішення рівнянь (1) через деякий проміжок часу будуть як завгодно мало відрізнятися від рішення (2). Фазовий портрет системи (1) в цьому випадку показаний на рис. 2, причому частка рішення (2) являє собою стійку особливу точку типу «вузол».

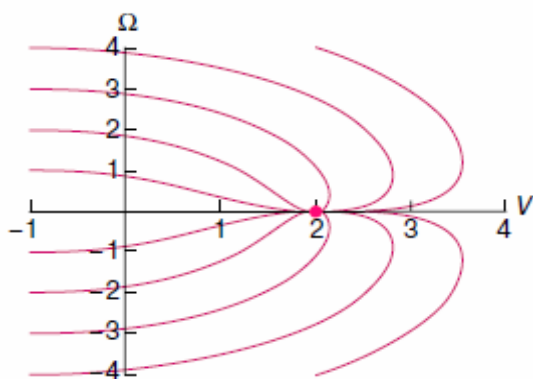


Рисунок 2 – Фазовий портрет при $a > 0$

Ситуація змінюється, коли параметр A від'ємний, тобто центр мас і третє колесо знаходяться позаду ведучих коліс робота. При збільшенні напруги, що подається на двигуни, і зростанні його швидкості при

$$p = \mu V = -\frac{1}{a} \left(\frac{\mu l p}{r} \right)^2 \quad \text{на площині } V, \Omega$$

відбувається біфуркація народження двох нових особливих точок системи (1).

$$V = V^* = -\frac{\mu l^2 p^2}{a r^2}, \quad \Omega = \pm \Omega^* = \pm \sqrt{-\frac{p}{a} - \left(\frac{\mu l p}{a r} \right)^2}. \quad (3)$$

Особливі точки (3) є стійкими вузлами або фокусами. Механічний сенс рішень (3) полягає у такому обертальному русі робота з постійною кутовою швидкістю, при якому точка А описує коло радіуса $R = V^* / \Omega^*$. При цьому особлива точка (2) стає нестійкою і перетворюється в сідло.

Відповідний фазовий портрет для системи диференціальних рівнянь (1) побудований на рисунку 4.

Наведені математичні результати означають, що в разі, коли провідні колеса знаходяться попереду центру мас, мобільний робот може здійснювати стійке прямолінійний рух тільки зі швидкістю, що не перевищує деякого граничного значення. З ростом напруги, що подається на двигуни, швидкість робота збільшується. Після досягнення зазначеного граничного значення прямолінійний рух стає нестійким; робот «закручує», і він прагне до одного з обертальних рухів (3). Чи буде фінальний рух «правим» або «лівим», заздалегідь передбачити неможливо. Це визначається малими збуреннями, що існують при русі реального робота.) У випадку, коли третя колесо знаходиться попереду ведучих коліс, робот може стійко рухатися по прямій з будь-якою швидкістю. Зрозуміло, спеціальна система управління може стабілізувати рух робота і в разі, коли провідні колеса знаходяться попереду, проте алгоритм цієї системи управління повинен враховувати природу нестійкості, яка визначається диференціальними рівняннями (1).

ПРОГРАМНИЙ РУХ МОБІЛЬНОГО РОБОТА. КОНТУРНИЙ РУХ. Під програмним рухом далі розуміється рух, при якому одна з точок робота (локатор, телекамера та ін.) рухається з постійною швидкістю по заданій плоскій кусково-гладкій кривій. Розглянемо задачу визначення напружень [5], які треба подати на двигуни робота, щоб реалізувати із заданою точністю цей рух. Це завдання аналогічно першому завданні динаміки, яка полягає у визначенні сили за відомим руху матеріальної точки. З математичної точки зору зазначена класична задача зводиться до знаходження правих частин диференціальних рівнянь, для яких задані траєкторії є інтегральними кривими.

Для моментів, розвиваючих електродвигунами можна використовувати наступну лінійну апроксимацію:

$$M(U, \dot{\psi}) = c_1 U - c_2 \dot{\psi}, \quad (4)$$

де U – напруга, подається на двигун; c_1 , c_2 – позитивні постійні коефіцієнти; $c_2 \dot{\psi}$ – момент проти електрорухомої сили; $\dot{\psi}$ – кутова швидкість ротора двигуна.

Вектор V швидкості точки A завжди збігається з поздовжньою віссю робота, тому рівняння неголономного зв'язку висловлює ортогональність швидкості точки A і осі y :

$$-V_{AX} \sin \varphi + V_{AY} \cos \varphi = 0, \quad (5)$$

Задамо програмний рух довільної точки робота M у нерухомій системі координат гладкими функціями часу

$$X_M = X_M(t), \quad Y_M = Y_M(t), \quad (6)$$

При цьому проекції швидкості точки M на нерухомій вісі координат будуть неперервними функціями часу $V_{MX} = V_{MX}(t) = \dot{X}_M$, $V_{MY} = V_{MY}(t) = \dot{Y}_M$.

Особливістю завдань управління мобільним роботом, який представляє собою неголономну електромеханічну систему, є обмеження, що виникають при завданні програмних траєкторій. У даному випадку рівняння (5) приводить до неможливості довільного завдання кутової координати робота. Курсовий кут робота зобов'язаний бути рішенням диференціального рівняння першого порядку:

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{-V_{MX} \sin \varphi + V_{MY} \cos \varphi}{b_M \cos \gamma}, \quad (7)$$

де $b_M \cos \gamma$ та $b_M \sin \gamma$ – постійні координати точки M у рухомій системі координат A_{xy} .

Інтегрування рівняння (7) с заданою початковою умовою дозволяє знайти закон зміни курсового кута φ . При цьому модуль швидкості точки A визначається формулою:

$$V = \frac{V_{MX} \cos(\varphi + \gamma) + V_{MY} \sin(\varphi + \gamma)}{\cos \gamma}, \quad (8)$$

Модуль V швидкості точки A и кутова швидкість Ω робота задовольняють динамічним рівнянням

$$\begin{aligned} \dot{V} &= -\frac{2c_2}{mr^2} V + a\Omega^2 + \frac{c_1}{mr} (U_L + U_R), \\ \dot{\Omega} &= -\frac{2c_2 l^2}{I_A r^2} \Omega + \frac{ma}{I_A} V\Omega + \frac{c_1 l}{I_A r} (U_R + U_L). \end{aligned} \quad (9)$$

де m – маса корпусу,

$I_A = c_1 + ma^2$ – його момент інерції.

Підставляючи (7) і (8) в (9), можна з отриманої системи двох алгебраїчних рівнянь знайти напруги U_L , U_R , що забезпечують реалізацію програмного руху (6).

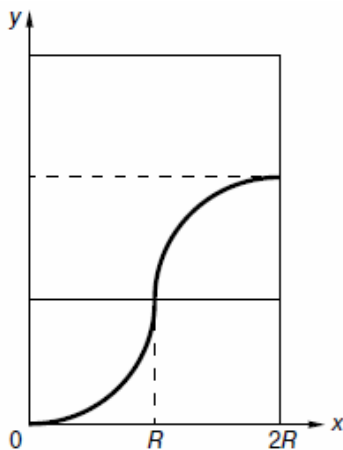


Рисунок 3 – Траєкторія точки М

Таким чином, крім операцій диференціювання рівнянь (6) траєкторії точки A , важливим етапом визначення напружень є інтегрування диференціального рівняння (7), що є наслідком існування в розглянутій задачі неголономного зв'язку (5).

Наведемо результат рішення описаної вище прямої задачі робототехніки у разі, коли траєкторія точки M (2) складається з двох чвертей кіл радіуса R (рисунок 3), а точка M рухається по цій кривій з постійною за модулем швидкістю. Обмежимося графіками напружень, які треба подати на двигуни робота, щоб реалізувати траєкторію, наведену на рис. 5. Графіки напруг, побудовані на рис. 4, відповідають роботі з масою корпусу $m = 12$ кг; $I_A = 0,75$ кгм; $r = 0,08$ м;

$l = 0,2$ м; $h = 0,56$ м; $c_1 = 0,084$ Н, м/В, $c_2 = 0,084$ Н, м/с. Модуль швидкості точки $M|V| = 1$ м/с. З цих графіків видно, що програмні напруги мають стрибки, а амплітуди напруг перевищують величину напруги бортового акумулятора 12 В. Отже, точно реалізувати траєкторію, що представлена на рис. 3 програмного руху принципово неможливо. При розробці алгоритму управління роботом [6] потрібно враховувати цю обставину, і завдання полягає у виборі закону управління напругою на двигунах, при якому відхилення точки A від бажаної траєкторії мінімальні.

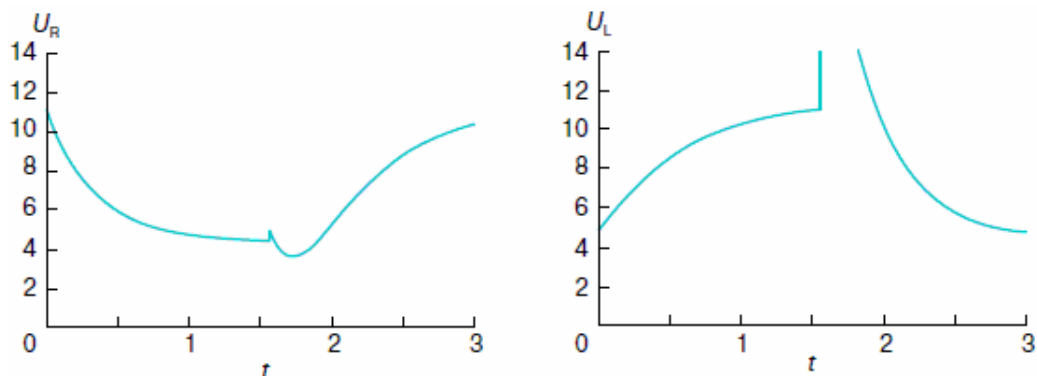


Рисунок 4 – Графіки напруги на двигунах при $\varphi = 0$

Нехай на мобільному роботі встановлені два датчика [7], що вимірюють кутову швидкість обертання ведучих коліс 1, 2 робота (рис. 3). При відсутності прослизання і деформацій коліс сигнал кожного датчика пропорційний швидкості центру відповідного колеса. У цьому випадку на основі показників датчиків можна обчислити швидкість V точки A і кутову швидкість Ω робота за формулами:

$$V = \frac{1}{2}(V_R + V_L), \quad \Omega = \frac{1}{2l}(V_R - V_L). \quad (10)$$

де V_R, V_L – ідеальні показники датчиків.

Відповідно до рисунку 3, кінематичне рівняння, яке поєднує узагальнені швидкості з величинами V та Ω , мають вигляд

$$\dot{x} = V \cos \varphi, \quad \dot{y} = V \sin \varphi, \quad \dot{\varphi} = \Omega. \quad (11)$$

Підставляючи (10) у (11), отримуємо кінематичні рівняння для істинних значень координат робота

$$\dot{x} = \frac{1}{2}(V_R + V_L)\cos\varphi, \quad \dot{y} = \frac{1}{2}(V_R + V_L)\sin\varphi, \quad \dot{\varphi} = \frac{1}{2l}(V_R - V_L). \quad (12)$$

Якщо у деякий момент часу $t=0$ задати початкові значення координат точки A та курсового куту φ

$$x|_{t=0} = x_0, \quad y|_{t=0} = y_0, \quad \varphi|_{t=0} = \varphi_0, \quad (13)$$

та у бортовому комп'ютері про інтегрувати систему диференціальних рівнянь

$$\dot{x} = \frac{1}{2}(V_R + V_L)\cos\varphi, \quad \dot{y} = \frac{1}{2}(V_R + V_L)\sin\varphi, \quad \dot{\varphi} = \frac{1}{2l}(V_R - V_L). \quad (14)$$

то в кожен момент часу робот буде "знати" своє становище у нерухомій системі координат ОХУ. У рівняннях (14) – реальні показники датчиків, \dot{x} , \dot{y} , $\dot{\varphi}$ – обчислювані у бортовому комп'ютері координати робота. Рівняння (14) називаються модельними рівняннями автономної навігації.

Модельні змінні \dot{x} , \dot{y} , $\dot{\varphi}$ та показники датчиків можна уявити у вигляді:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= x + \Delta x, & \dot{y} &= y + \Delta y, & \dot{\varphi} &= \varphi + \Delta \varphi, \\ V_R &= V_R + \Delta V_R, & V_L &= V_L + \Delta V_L, \end{aligned} \quad (15)$$

де Δx , Δy , $\Delta \varphi$ – різниця між обчисленими і істинними значеннями узагальнених координат робота, – інструментальні похибки датчиків вимірювання швидкостей центрів коліс робота.

Підставляючи (15) в (14) і вважаючи помилки визначення узагальнених координат Δx , Δy , $\Delta \varphi$ і похибки датчиків малими величинами, можна отримати рівняння помилок числення шляху:

$$\begin{aligned} \frac{a\Delta x}{dt} &= \frac{1}{2}(V_R + V_L)\sin\varphi\Delta\varphi + \frac{1}{2}\cos\varphi(\Delta V_R + \Delta V_L), \\ \frac{a\Delta y}{dt} &= \frac{1}{2}(V_R + V_L)\cos\varphi\Delta\varphi + \frac{1}{2}\sin\varphi(\Delta V_R + \Delta V_L), \end{aligned} \quad (16)$$

Рівняння помилок (16) теж можуть бути проінтегровані в бортовому комп'ютері, що дозволяє підвищити точність визначення положення робота. При інтегруванні рівнянь (16) використовується додаткова інформація, що отримується від локаторів маяків, від оптичних датчиків в моменти перетину кордонів квадратів полігону та ін. Використання додаткової інформації називається корекцією навігаційного алгоритму, при цьому завдання корекції ставиться як задача оцінювання рішення рівнянь помилок (16) з урахуванням відповідних корекційних вимірювань. Описана процедура дозволяє ввести поправки на вихід бортового комп'ютера, в якому інтегрується система рівнянь (14).

ВИСНОВКИ. Система навігації є необхідною частиною системи управління мобільним роботом. У роботах на сьогодні застосовують практично всі відомі у транспорті та в інших областях техніки способи пересування. Особливий розділ робототехніки складають крокуючі системи пересування і засновані на них транспортні машини. Особливістю завдань управління мобільним роботом, який представляє собою неголономну електромеханічну систему, є обмеження, що виникають при завданні програмних траєкторій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Невлюдов, И. Ш., Цымбал, А. М., & Милютин, С. С. (2010). Интеллектуальное проектирование технологии роботизированной сборки. ИШ Невлюдов, АМ Цимбал, СС Милютин–Х.: НТМТ.

2. Nevliudov, Igor, Oleksandr Tsymbal, and Artem Bronnikov. "Intelligent means in the system of managing a manufacturing agent." *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries* 1 (3) (2018): 33-47.

3. Технічні засоби автоматизації: Підручник / І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, О.І. Филипенко, Н.П. Демська, С.П. Новоселов. – Кривий Ріг : Криворізький коледж НАУ, 2019. – 366 с.

4. Філімоніхін, Г. Б., & Гончаров, В. В. (2009). Методика складання диференціальних рівнянь руху роторних систем з автобалансирами і її застосування до системи ротор-масивний корпус–автобалансир. *Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація*, (22), 357-363.

5. Невлюдов, І. Ш., Євсєєв, В. В., Демська, Н. П., & Салієва, В. Е. (2018). Моделювання та дослідження зносу циліндричного редуктора для мобільного робота. *Проблеми тертя та зношування*, 2(2 (79)), 63-71.

6. Невлюдов І.Ш. Автоматичне управління технологічними об'єктами / І.Ш. Невлюдов, О.В. Токарева. – Київ: НАУ, 2018. – 200 с.

7. Nevlydov, I., Filipenko, O., Volkova, M., & Ponomaryova, G. (2018, August). MEMS-Based Inertial Sensor Signals and Machine Learning Methods for Classifying Robot Motion. In 2018 IEEE Second International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP) (pp. 13-16). IEEE.

Науковий керівник: Замірець Микола Васильович, д-р техн. наук, професор кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки

УДК 681.5

МОБІЛЬНІ РОБОТИ: МОЖЛИВОСТІ, ПЕРСПЕКТИВИ, ПРОБЛЕМИ

М.О. Верьовкін

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14

E-mail: mykyta.verovkin@nure.ua

Анотація: У даній статті розглядаються можливості систем аналізу оточуючих обставин і прийняття рішень без участі оператора.

Ключові слова: мобільний робот, робототехніка, розпізнавання.

MOBILE ROBOTS: OPPORTUNITIES, PERSPECTIVES, PROBLEMS

M. Verovkin

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av., 14

E-mail: mykyta.verovkin@nure.ua

Abstract: In this article the possibilities of systems of the analysis of surrounding circumstances and decision-making without the participation of the operator are considered.

Key words: mobile robot, robotics, recognition.

Роботизація виробничо-технологічних процесів в усіх галузях діяльності людини є провідною і тривалою тенденцією розвитку сучасного суспільства. Чимале розповсюдження здобули промислові роботи, які стали головною технологічною базою машинобудівної, приладобудівної та електронної галузей світової промисловості.

Створення досконалих промислових роботів здійснюється на основі науково-теоретичних досліджень, що проводять вчені багатьох наукових колективів, одним з яких є НТУУ «КПІ». За останні десятиріччя сформувався новий напрям робототехніки – автономні мобільні роботи з бортовою ЕОМ. Проте розробка цих надзвичайно складних робототехнічних засобів стримується відсутністю відкритої комплексної науково-теоретичної бази для розрахунків і конструювання автономних мобільних комплексів з урахуванням новітніх досягнень в галузях навігаційних систем, систем технічного зору, систем аналізу оточуючих обставин і прийняття рішень без участі оператора.

Зібрана в даній статті узагальнена інформація по мобільним роботам (МР) має допомогти вітчизняним фахівцям визначити сферу застосування набутого досвіду в загальній справі створення українських мобільних робототехнічних комплексів.

Необхідність широкого впровадження мобільних роботів обумовлена підвищенням продуктивності праці та зменшенням небезпеки для життя людини, що зумовлено зростанням кількості та масштабів техногенних катастроф, неминучих в умовах індустріалізації економіки; збільшенням кількості природних катаклізмів й екологічних лих, що викликані глобальним потеплінням та індустріалізацією; зміною характеру сучасних військових дій, в яких стрімко зростає роль робототехнічних засобів; збільшенням масштабів і різновидів тероризму; зростанням обсягів виготовлення та транспортування наркотиків, радіоактивних та інших небезпечних речовин.

Існує низка екстремальних становищ, де єдиними засобами, здатними захистити людину, є мобільні роботи. Тому для багатьох галузей промисловості та державних структур використання МР це єдиний спосіб виключення або зменшення ризику для життя та здоров'я людини. Гостра потреба України в МР зумовлена необхідністю оснащення війська новими зразками інтелектуального точного озброєння, вирішення ряду проблем ЧАЕС, включаючи зону відчуження, та інших атомних електростанцій, а також необхідністю знешкодження мін, інших вибухонебезпечних пристроїв, утилізації великої кількості боєприпасів, ракетного палива, радіоактивних та отруйних речовин.

Активна участь в створенні вітчизняних МР є почесним обов'язком українських фахівців.

Запропоновано модернізовану систему керування ПР МП-11 на базі промислового контролера FC620 FST фірми FESTO та алгоритм керування промисловим роботом МП11, що забезпечує ефективне використання його можливостей. Висновок другий. ПР МП-11 із модернізованою системою керування має значно ширші можливості застосування та переналагоджування. Даний ПР використовується в лабораторних роботах кафедри технології та автоматизації машинобудування Вінницького національного технічного університету, дозволяє досліджувати, як роботу автоматизованих промислових систем так і програмування та роботу мікроконтролерних систем керування.

Сучасний МР, який здатний виконувати перелічені функції – це складний комплекс, де поєднані новітні досягнення багатьох галузей науки і техніки. Проектування та виробництво мобільних роботів пов'язане із застосуванням високих і критичних технологій таких науково-технічних напрямків, як компактні та енергоємні джерела й перетворювачі енергії; високонадійні транспортні засоби високої прохідності; високоточні супутникові та інерційні навігаційні системи; багатоланкові технологічні маніпулятори з прецизійними програмно-виконавчими приводами високої питомої потужності; завадостійкі багатоканальні командно-телеметричні системи радіо- та волоконного зв'язку, системи технічного зору; багаторівневі адаптаційні системи дистанційного керування роботами та спеціальне програмне забезпечення їх систем.

ВІТЧИЗНЯНІ МОБІЛЬНІ РОБОТИ. В Україні протягом останніх п'ятнадцяти років також створено кілька типів мобільних технологічних агрегатів, призначених для виконання різноманітних операцій на ЧАЕС та в сховищах радіоактивних відходів. Науковцями та інженерами МНДІ ПМ «Ритм» Національного технічного університету «КПІ» розроблено такі мобільні дистанційнокеровані комплекси, як робототехнічний комплекс «РТК-300» для гідроабразивного різання труб та металоконструкцій; радіокерований робот-маніпулятор «МП-711М» для робіт з радіоактивними відходами; робототехнічний комплекс «РТК-100Р» для відбору проб радіоактивного пилу, аерозолів і відео-розвідки на ЧАЕС; розвідувально-технологічний комплекс «РТК-100М» для обстеження приміщень та обладнання в об'єкті «Укриття» ЧАЕС; трубно-свердловинний робот-маніпулятор для відеообстеження та фізичного моніторингу приміщень об'єкта «Укриття».

Екземпляри двох останніх роботів знаходяться у виставковому залі технопарку НТУУ «КПІ». Загальна особливість перелічених агрегатів полягає у їх високій радіаційній стійкості. Вони зберігають працездатність при потужності експозиційної дози іонізуючого випромінювання до 2500 Р/год.

За функціональними ознаками будь-який РТК можна умовно розділити на дві основні складові: загальна базова модель робота і додаткова спеціалізована система-комплекс. Базова модель містить такі загальні для всіх модифікацій елементи та системи, склад яких мало залежить від призначення комплексу:

- мобільне шасі та система керування його рухом;
- багатоланковий маніпулятор та система керування його положенням;
- кабельний барабан, що забезпечує зв'язок між роботом та пультом керування;
- обзорно-вимірвальна телевізійна система технічного зору;
- бортовий обчислювально-керуючий пристрій для загального управління роботою всіх систем та елементів робота.

Автономні виконавчі агрегати містять бортовий приймальнопередавальний пристрій загальної системи радіозв'язку між роботом та пультом керування.

Структура додаткової спеціалізованої системи мобільного комплексу визначається його призначенням і вимогами до його основних технічних характеристик й складається з двох основних частин: виконавчі органи та вимірвальні прилади, розміщені на мобільному шасі основної моделі; підсистеми керування виконавчими органами або індикації сигналів вимірвальних пристроїв, що входять до складу пульта керування комплексом. Спеціалізовані функціональні системи мобільних роботів Базова модель може бути

Економічна доцільність створення вітчизняних мобільних роботів.

Головним критерієм економічної ефективності створення вітчизняних МР є співвідношення між затратами на їх придбання та собівартістю власного виробництва. Крім того, до вартості покупних роботів додаються затрати на їх експлуатацію: регламентні роботи, ремонт, модернізацію та навчання персоналу. Такі затрати вдвічі перевищують покупну вартість самих роботів. Якщо вартість зарубіжного МР середнього класу складає 150 тисяч доларів США, то витрати на його експлуатацію – 300 тис. доларів, а загальна вартість утримання одного комплексу – 450 тис. доларів. Ефективність використання МР визначається масовістю їх застосування. За умови, що МР повинні споряджатись підрозділи збройних сил, поліції, митників, прикордонників, рятувальників, потреба в них сягає щонайменше п'ятисот комплектів, а витрати на придбання та утримання – 225 млн. доларів.

Проблеми та перспективи розвитку.

Незважаючи на те, що МР використовуються у багатьох сферах діяльності, їх дійсно широкому використанню заважають декілька невіршених проблем. Перерахуємо їх та вкажемо можливі шляхи їх розв'язання.

Першою проблемою є недостатня автономність. Дійсно, найкращі моделі вже можуть самостійно пересуватись, визначаючи та оминаючи перешкоди. Проте автономне виконання операцій наразі обмежується картографуванням і патрулюванням (те ж саме переміщення)

або транспортування певних стандартних вантажів по заданій програмі. Майже всі інші операції потребують участі оператора не тільки у вигляді контролера, але й як особи, що приймає рішення або безпосередньо керує виконанням операції.

Оскільки коренів проблеми є декілька, то і для її вирішення, потрібно розв'язати задачі, що пов'язані з розширенням технічних можливостей бортових комп'ютерних систем управління роботами; зі створенням нової системи прийняття рішень, що дозволить виконувати поставлені задачі цілком автономно, а також при певних умовах відмовлятися від їх виконання без участі оператора; зі створенням системи технічного зору нового покоління. Вона повинна бути здатна не лише визначати перешкоди, але й об'єкти, над якими потрібно виконати операцію, оцінювати відстані та розміри об'єктів. Враховуючи те, що зараз відповідальність за виконання операцій лежить на операторі робота, а у разі використання цілком автономних моделей, правильність прийняття рішень буде залежати тільки від самого МР, потрібно розробити систему тестування й сертифікації для систем прийняття рішень.

Другою проблемою є висока (десятки і сотні тисяч доларів США) вартість багатьох моделей. Це не в останню чергу пов'язано з високою вартістю окремих частин, наприклад, лазерного сканера для побудови трьохвимірної моделі оточення, високоточних інерціальних навігаційних систем для точного визначення місцеположення тощо. Зважаючи на все більшу доступність обчислювальних засобів, доцільним методом вирішення буде використання систем технічного зору, що не містять дальномірних приладів, а оцінюють відстані та визначають місцеположення робота, користуючись стереоскопічним зображенням оточуючого середовища. Зменшення вартості мобільних роботів може бути досягнуто за рахунок заходів по скороченню витрат на розробку окремих модифікацій шляхом використання типових програм для розрахунків і машинного проектування та збільшенню обсягів серійного виробництва роботів, а також уніфікації таких основних структурних елементів роботів, як мобільне шасі, багатоланковий маніпулятор, кабельний барабан, тощо і комплексне використання стандартизованих пакетів електронних компонентів (наприклад "MicroPC", "PC/104", тощо) при розробці підсистем управління роботами.

Існує також проблема достовірного визначення приналежності об'єктів спостереження бойовими роботами, що обумовлює високі вимоги до якості графічного аналізу та розпізнавання образів системою керування. Ця проблема може бути вирішена за допомогою спеціальної підсистеми розпізнавання та селекції цілей за ознакою «свій-чужий».

Вдале вирішення перелічених проблем вітчизняними науковцями суттєво наблизить їх до створення роботів нового покоління – українських мобільних роботів зі штучним інтелектом.

В умовах сучасного індустріалізованого суспільства мобільний робот є єдиним засобом виключення або зменшення ризику та небезпеки для життя і здоров'я людини при виконанні широкого кола моніторингових операцій та технологічних процесів.

Нагальна потреба створення в Україні мобільних роботів різного призначення обумовлена необхідністю вирішення проблем ЧАЕС; потребою оснащення війська інтелектуальним точним озброєнням; необхідністю знешкодження та утилізації великої кількості боєприпасів, ракетного палива, радіоактивних і отруйних речовин.

Для створення сучасного мобільного робота необхідне комплексне використання найновіших досягнень цілого ряду галузей світової науки та техніки. Витрати на розробку сучасних мобільних роботів в Україні можуть бути покриті доходами від крупносерійного виробництва й продажу за кордон найбільш вдалих моделей МР.

Науковий рівень вітчизняних вчених та інженерів спільно з виробничими можливостями конверсійних підприємств України є основною науково-технічною базою для створення роботів нового покоління – українських мобільних роботів зі штучним інтелектом.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коротаев А.И., Кузовлев В.И. Промышленные роботы. Конструирование и применение. Инженерный журнал: наука и инновации, 2013, вып. 11 [Электронный ресурс]. // – Режим доступа. – URL: <http://engjournal.ru/catalog/it/hidden/1057.html>.
2. Шувалов Р.И. Мобильные роботы: экспортный потенциал и перспективы. Инженерный журнал: наука и инновации, 2012, вып. 2 [Электронный ресурс]. // – Режим доступа. – URL: <http://engjournal.ru/catalog/it/hidden/47.html>.
3. Павловский М.А. Создание радиационно-стойкого робототехнического комплекса для гидроабразивного резания металлоконструкций.. Инженерный журнал: наука и инновации, 2014, вып. 2 [Электронный ресурс]. // – Режим доступа. – URL: <http://engjournal.ru/catalog/it/hidden/4774.html>.

Науковий керівник: Сезонова Ірина Костянтинівна, к.т.н, професор кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки.

УДК 621.315

ПРИНЦИПИ Й КОМПОНЕНТИ КОНЦЕПЦІЇ INDUSTRY 4.0

Т. І. Павленко, Н. Ю. Шило

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: taras.pavlenko@nure.ua, nazar.shylo@nure.ua

Анотація: У статті представлено та описано одну з найбільш обговорюваних тем останніх років в промисловості. У роботі зібрано та описано базові факти про дану концепцію, основну ідею, компоненти та принципи. Перспективи розвитку промисловості в Україні з використанням принципів INDUSTRY 4.0.

Ключові слова: INDUSTRY 4.0, Кібер-фізичні системи, Інтернет Речей, Інтернет Сервіс, Смарт Фабрика.

PRINCIPLES AND COMPONENTS OF INDUSTRY 4.0 CONCEPT

T. Pavlenko, N. Shylo

Kharkiv National University of Radioelectronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av., 14

E-mail: taras.pavlenko@nure.ua, nazar.shylo@nure.ua

Abstract: In this article introduced and described one of the most discussed topic of last years. The article contains and describes basic facts about this concept, main idea, components and principles of this concept. Industry prospects in Ukraine using the principles of INDUSTRY 4.0.

Key words: INDUSTRY 4.0, Cyber-physical system, Internet of Things, Internet of Service, Smart Factory.

Industry 4.0 – це ініціатива стратегічного призначення, яку нещодавно представив уряд Германії. Перетворити промислове виробництво за допомогою впровадження нових технологій та оцифрування є головною метою цієї ініціативи. Особливістю Industry 4.0 є те, що вона забезпечує продукцію індивідуальних вимог (тобто є гнучкою). Представити та полегшити розуміння концепцій Industry 4.0, її комплектуючих, факторів, що стимулюють, обмеження та цілі – мета даної роботи.

Основна ідея даної концепції – взаємопов’язаність виробничого устаткування, машинної продукції, напівфабрикатів та всіх інших систем та підсистем промислових підприємств. Щоб ці системи спілкувалися один з одним та функціонували відносно незалежно, створюються інтелектуальні розподілені мережі [1].

Базові компоненти концепції Industry 4.0

1) Кібер-фізичні системи.

Важливим компонентом концепції Industry 4.0 є комбінація фізичного і віртуального світів. Цей тандем може існувати завдяки створенню так званої кібер-фізичної системи [2]. Кібер-фізичні системи інтегрують обчислювальні і фізичні процеси, вбудовані комп’ютери та процеси управління ретроспективно коли відбувається серйозний фізичний процес комплектації комп’ютера і т.п. Розвиток кібер-фізичних систем характеризується наступними трьома фазами. Перше покоління – технологій ідентифікації, які використовуються для унікального розпізнавання і відстежування. Друге покоління сенсорів кібер-фізичних систем обладнані обмеженою кількістю функцій. Третє покоління має змогу зберігати та аналізувати дані, підтримувати сенсор та підключатися до мережі.

2) Інтернет речей.

Застосування Інтернету Речей та Інтернету сервісу у процесі виробництва було зумовлено четвертою революцією індустрії. Інтернет Речей дозволяє «речам» та «об’єктам» інтегруватися в унікальні посилання (як сенсори, мобільні пристрої), які можуть працювати разом з іншими об’єктами для досягнення спільної мети. Посилаючись на визначення, яке надане вище, можливо, що саме ці «речі» та «об’єкти» вважаються кібер-фізичними системами. На основі цього Інтернет речей може бути визначений як мережа у якій кібер-фізичні системи співпрацюють через унікальні адреси. Для прикладу, Інтернет Речей використовують для Смарт-заводів, дому та мереж.

3) Інтернет Сервіс.

Інтернет сервіс дозволяє підтримувати сервіси через інтернет. Даний сервіс вміщує працівників, сервіси інфраструктури, бізнес-моделі і власні сервіси. Сервіси пропонуються та об’єднуються в послуги із доданою вартістю від різних постачальників через різні канали зв’язку. Такий підхід дозволяє отримати різноманітні варіанти у ланцюжку створення вартості.

4) Смарт Фабрика.

Смарт фабрика також згадується в Industry 4.0 як ключова особливість [2]. Ці фабрики визначаються як заводи і машини, які мають на меті допомогти, асистувати людям виконати їхні завдання. Даний об’єкт тримається на базі інформації, яка обробляється в мережі, тому в будь-який момент часу можливо з’ясувати статус пристрою, його позицію та подібність. Ці системи виконують завдання на базі даних, отриманих від фізичного та матеріального світу. Інформація від фізичного світу – як розміщення або стан машини, інформація від віртуального світу – як електронні документи, графіки або моделюючі зразки. Базуючись на визначеннях, наведених вище, кібер-фізична система та Інтернет речей можуть бути описані як фабрика, де кібер-фізична система комунікує через Інтернет речей і допомагає досягти поставлених цілей.

Базові принципи концепції Industry 4.0

Концепція Industry 4.0 базується на 6 принципах: взаємодія, віртуалізація, децентралізація, ємності в режимі реального часу, сервіс-орієнтація, модульність та конфігурація.

1) Важливі засоби концепції Industry 4.0 називають взаємодією. Компанії з кібер-фізичними сервісами обмінюються інформацією з людьми через Інтернет Речей та Інтерне Сервісів. Така співпраця є ключом до успіху даної концепції.

2) Що таке віртуалізація? Це, перш за все, здатність відображати фізичні процеси через кібер-фізичні системи. Дані, отримані з сенсору, надаються віртуальній моделі підприємства імітаційній моделі. Саме тут створюється відображення (копія) фізичних процесів у

віртуальному середовищі. Такі віртуальні середовища даються нам змогу змоделювати конкретний процес [3].

3) З ростом ринку попит на продукцію ускладнює функціонування центрального контролю. Вбудовані комп'ютери дозволяють пристроям бути доступними для інших пристроїв, які є значними децентралізованими системами контролю.

4) Ємності в режимі реального часу. Призначенням контролюючих систем, по суті, є збір та аналіз інформації у режимі реального часу. На цій основі зібрана інформація може давати відповідь на запити в тому ж режимі, наприклад, від несправності або перенесення виробництва до іншого пристрою.

5) Суть сервіс-орієнтації полягає в тому, що сервісні компанії, кібер-фізичні системи і користувачі є доступними завдяки Інтернету Сервісів і також можуть бути задіяні в інших заходах. Вони можуть бути як внутрішніми, так і зовнішніми. До того ж, існує можливість доступу до тих сервісів через Веб-сервіси [4].

6) Модульні системи є гнучкими та мають змогу адаптуватися до різних вимог, запитів для того, щоб розширити або змінити модулі. Дана особливість є досить універсальною та зручною. Тим більше, модульні системи легко редагуються для сезонних коливань або змін у характеристиках продукту. Прикладом модульності є модуль plug & play. Дана система також може функціонувати при автоматичній зміні її конфігурацій [5].

Зв'язок між принципами і компонентами INDUSTRY 4.0

Вище наведені принципи і компоненти є взаємопов'язаними. Проте не всі компоненти концепції можуть застосовувати ці принципи. Наприклад, принцип віртуалізації не може бути використаний у Інтернеті Речей, але з іншого боку, дані, отримані в кібер-фізичних системах можуть бути віртуалізованими і в подальшому використаними. Базовий зв'язок між принципами та компонентами наведений у таблиці 1.

Industry 4.0 передбачає широку підтримку цілого життєвого циклу систем, продуктів і серій, розподілених як просторово, так і організаційно. Розумне устаткування не є «розумним» лише під час виробничого процесу, але в той же час вони продовжують надавати інформацію про їхній стан протягом усього терміну експлуатації. Ці дані можуть бути використані для профілактичного обслуговування, а також можуть надавати виробнику інформацію про термін експлуатації та надійність їх продукції. Це є досить важливою та суттєвою перевагою даної концепції.

Таблиця 1 – Зв'язок між принципами та компонентами Industry 4.0

	Кібер-фізичні системи	Інтернет Речей	Інтернет Сервісів	Смарт Фабрика
Взаємодія	+	+	+	+
Віртуалізація	+	-	-	+
Децентралізація	+	-	-	+
Ємності в режимі реального часу	-	-	-	+
Сервіс-орієнтація	-	-	+	-
Модульність та конфігурація	-	-	+	-

Якщо говорити про нашу державу, то Україна має достатній потенціал, щоб зайняти одне із провідних місць серед країн-лідерів нової концепції розвитку економіки. Україна ще не визначилася зі своїм місцем у INDUSTRY 4.0 (рис. 2). Для цього необхідна, зокрема, постійна взаємодія органів державної влади, промислових підприємств, ІТ-компаній, університетів, наукових інноваційних центрів (технопарків), науково-дослідних центрів тощо. Окрім того, розробка та впровадження Індустрії 4.0 вимагає суттєвих інвестицій (рис. 3).

Країна	Назва програми	Мотивація	Поточний фокус
Німеччина	Індустрія 4.0	Досконалість продукту	Інженерна досконалість: узгодження всіх компонентів
Китай	Зроблено в Китаї - 2025	Ресурсо-ефективність	Швидкість: створення кластерів компетенцій та ключових технологій
США	Промисловий інтернет	Візія	Підривні інновації: радикальні інновації у програмному забезпеченні
Японія	Ініціатива «Промисловий ланцюжок створення вартості»	Демографічні зміни	Масштаб: розширити експериментальні програми
Центральний та північний ЄС			Подібно до Німеччини
Південний ЄС			Реіндустріалізація
Україна	?	?	?

Рисунок 2 – Порівняння підходів до INDUSTRY 4.0 у різних країнах [6]



Рисунок 3 – Показники переваг впровадження INDUSTRY 4.0 в компаніях

Концепція Industry 4.0 презентує нову орієнтацію світових компаній виробництва. Як і всі попередні індустриальні революції, ця несе достатньо позитиву та переваг. Успішне здійснення цієї стратегії є необхідною умовою для того, щоб використовувати усі вище наведені принципи цієї концепції. Окрім значних бюджетів необхідно вибудувати адекватне використання людських ресурсів та сприятливі умови для підприємств.

ЛІТЕРАТУРА

1. MAŘÍK, V.: Je Industry 4.0 opravdu revolucí?, available online http://www.stech.cz/Portals/0/Konference/2015/03%20Industry/PDF/01_marik.
2. KAGERMANN, H. et al.: Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, Frankfurt am Main, 2013.

3. MIČIETA, B., BIŇASOVÁ, V, HALUŠKA, M: The approaches of advanced industrial engineering in next generation manufacturing systems, In: Communications: scientific letters of the University of Žilina. - ISSN 1335-4205. - Vol. 16, no. 3A (2014), s. 101-105.

4. HALUŠKA, M.: Mass customization and basics of reconfigurable manufacturing systems, In: Advanced industrial engineering: monograph. -Bielsko-Biala: AIE, 2013. - ISBN 978-83-927531-6-2. - S. 109-122.

5. GREGOR, M., HALUŠKA M.: Rekonfigurabilita holonického výrobného systému s podporou agentného prístupu, In: ProIN. - ISSN 1339-2271. - Roč. 4, č.6 (2013), s. 35-38.

6. Klaus Schlichting Assessment 2017 та BE Berlin Economics

Науковий керівник: Чала Олена Олександрівна, асистент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки.

УДК 681.3.016

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНО РЕАЛІЗОВАНОГО АЛГОРИТМУ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ НА ЗОБРАЖЕННІ ПІД ЧАС РОЗРОБКИ КАРТИ ПРИМІЩЕННЯ

Є. О. Самойленко, В. В. Бендес

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14

E-mail: yehor.samoilenko@nure.ua, vladyslav.bendes@nure.ua

Анотація: У даній статті розглядається реалізація алгоритму розпізнавання об'єктів на зображенні під час розробки карти приміщення.

Ключові слова: FESTO Robotino, мобільний робот, робототехніка, розпізнавання.

USING OF THE PROGRAMMABLE IMPLEMENTED ALGORITHM OF DISPLAYING OBJECTS ON IMAGING AT THE TIME OF DEVELOPMENT OF THE ACCOMMODATION CARD

Y. Samoilenko, V. Bendes

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: yehor.samoilenko@nure.ua, vladyslav.bendes@nure.ua

Abstract: In this article the implementation of the algorithm for recognizing objects on the image during the development of the map space.

Key words: FESTO Robotino, mobile robot, robotics, recognition.

Використання алгоритму розпізнавання об'єктів на зображенні в даний час є однією з актуальних задач в області робототехніки.

Ідея алгоритму розпізнавання об'єктів полягає в тому, щоб робот коректно розпізнавав різні види об'єктів під час розробки карти приміщення.

На практиці часто використовується алгоритм розпізнавання об'єктів для мобільних роботів для їх коректної роботи на промисловості.

У прикладних областях, пов'язаних з цифровою обробкою зображень, актуальна задача розпізнавання образів і визначення їх положення, орієнтації і масштабу щодо заданої системи координат. Потрібна розробка алгоритмів по

автоматизованого знаходженню координат точок, що визначають контури об'єктів. Точність визначення координат залежить від характеру завдань, що вирішуються з використанням подібних алгоритмів. Збільшення обчислювальних потужностей процесорів дозволяє розробнику реалізовувати все більш складні алгоритми і оснащувати створювані пристрої новими функціями.

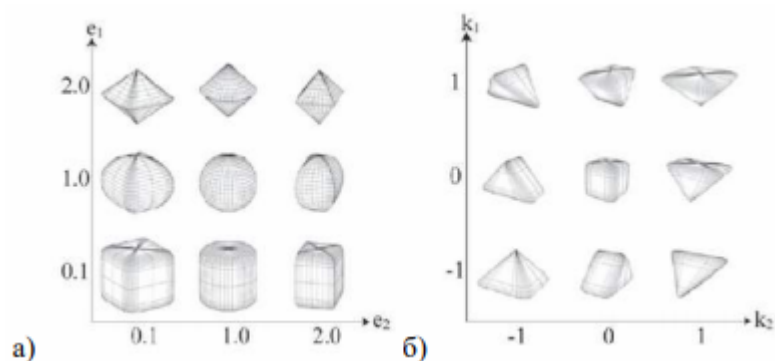
Методика моделювання на основі зображень визначає параметри моделей для різних обмежень, які з'являються при сегментації зображень. Об'єкт створюється з моделі певного типу, до нього застосовується сегментація зображення та інші обмеження для її оптимізації. Складні об'єкти трансформуються шляхом об'єднання кількох примітивів. можливість перемикавання між цими примітивами може бути забезпечена шляхом застосування обмежень до декількох моделях. Розглянемо можливі моделі і обмеження, а потім їх спільне функціонування. Моделі. Існують моделі для геометричних примітивів куба, паралелепіпеда, сфери, циліндра, піраміди і конуса. також можна використовувати супереліпсоїд (superellipsoids). більш складні об'єкти можуть бути створені шляхом об'єднання кількох примітивів. Особливий випадок представляють трубки, які представлені контрольними точками 3D сплайна.

Всі моделі визначаються набором параметрів, які модифікуються в процесі визначення положення моделі. Параметри включають в себе позицію моделі в просторі сцени реального світу і фактичну форму моделі. позиція визначається становищем, масштабом і поворотом, кожен з яких представлений трьома параметрами. Масштаб і обертання деяких моделей можуть бути визначені з меншою кількістю параметрів. Таблиця 1 підсумовує кількість параметрів для кожного типу моделі.

Таблиця 1 – Кількість параметрів різних типів моделей

Назва	Позиція	Масштабування	Обертання	Додаткові параметри
Куб	3	1	3	0
Паралелепіпед	3	3	3	0
Сфера	3	1	0	0
Циліндр	3	2	2	0
Піраміда	3	2	3	0
Усічений конус/піраміда	3	2	3	4
Супереліпсоїд	3	3	3	4
Труба	3	1	0	n

Супереліпсоїди можуть бути використані для моделювання широкого спектра форм в тому числі сфер, кубів, циліндрів, а також проміжних форм і їх неоднорідних масштабованих версій. Супереліпсоїди містять два параметра E_1 , E_2 , на додаток до загальних параметрів положення, масштабу і орієнтації. Глобальне перетворення деформації, зване конусоподібним, використовується для того, щоб представити ще більше фігур, в тому числі пірамід, конусів, усічених пірамід і конусів, клинів і всіх форм між ними. Конусоподібним перетворенням потрібні два додаткові параметри k_1 і k_2 , які зменшують розмір форми за двома напрямками. Можливі форми, утворені супереліпсоїдами, показані на рисунку 1.



а) основні форми супереліпсоїдів з рівномірним масштабуванням; б) ефект від звуженого перетворення на куб-подібному супереліпсоїді

Рисунок 1 – Форми, утворені супереліпсоїдами

Труби представляються 3D-сплайнами і діаметром, визначальним товщину труби. 3D-крива інтерполюється з допомогою набору контрольних точок. Ці контрольні точки можуть бути змінені в процесі визначення положення моделі.

Зображення проєкцій моделі передбачають кілька обмежень для знаходження правильних параметрів моделі. Ці обмеження створюються точками, ребрами і регіонами з різних фотографій. Краї і області визначаються інтерактивною сегментацією зображення, в той час як точки можуть бути обрані з безлічі точок, що вже використовуються для орієнтації камери.

Існує набір інтерактивних методів сегментації для визначення країв і областей. В даному випадку йдеться про інтерактивних розрізах графа для регіону на основі сегментації та інтелектуальних ножиць для визначення країв і контурів. Крім того, можна безпосередньо створити краю і контури в зображеннях. Вибір відповідного методу сегментації залежить від передбачуваних властивостей вхідних зображень. Автоматичні методи сегментації також можна використовувати за умови, що об'єкти можна легко відрізнити від фону і один від одного.

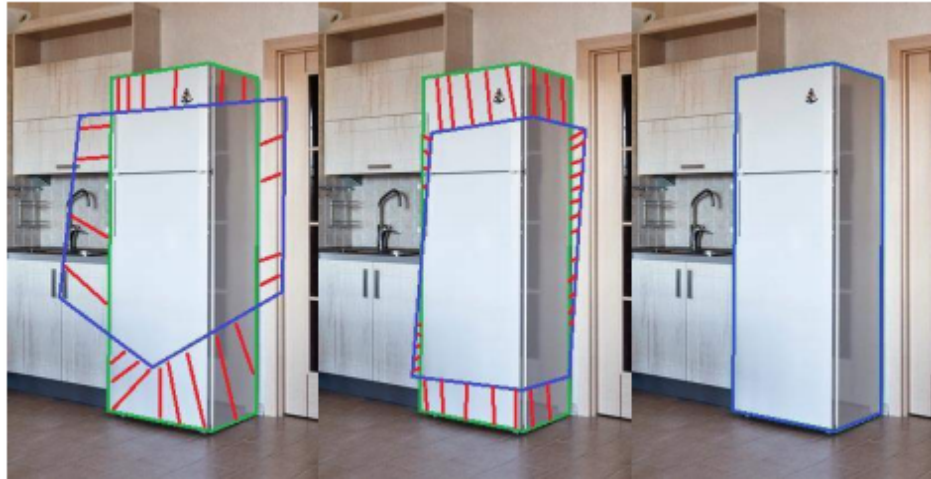
Метою сегментації є визначення контурів і країв бажаних 3D об'єктів. Не обов'язково визначати всі можливі сегментації в одному зображенні, але переважно передбачити досить обмежень по декільком зображень для визначення положення моделі. Можуть бути передбачені в повному обсязі види сегментації, особливо, якщо обриси важко сегментувати через інших об'єктів. Якщо модель не задовольняє очікуванням, можна додати більше обмежень і надалі оптимізувати модель.

Контури є дуже корисним обмеженням для визначення положення і масштабу об'єкта. Зразкові точки з контуру беруться на рівних відстанях. Використання всіх пікселів контуру збільшить час обчислень, в той час як результат може не покращиться, тому що найближчі точки надають майже однакову інформацію для підгонки моделі. З іншого боку, використання недостатньої кількості точок збільшує вплив контурів в обумовлених областях.

Контур 3D моделі проєктується на зображення аналітичним обчисленням або шляхом вилучення контуру проєктованої моделі на зображенні. Відстані між зразковими точками і найближчими точками на контурі проєктучої моделі зведені до мінімуму (1).

$$\min_l \sum_p d_2(p, \text{outline}(I))^2 \quad (1)$$

де d_2 є евклідовою 2D відстанню на основі зображень, p позначає приблизну точку на певному контурі і обчислює контур моделі для певного зображення I . Рис. 2 показує відстані на різних ітераціях мінімізації.



певний контур (зелений), контур моделі (синій), відстані між контурами (червоний) зведені до мінімуму під час оптимізації

Рисунок 2 – Оптимізація обмеження контуру

Краї відповідають проекція країв моделі або контуру моделі в зображенні. Можна частково сегментувати краю, а також відразу кілька ребер. Мінімізація робиться таким же чином, як і у контурів. Всі видимі краю моделі, а також контур розраховані на камеру поточного зображення. Відстані між певними точками вибірки країв і найближчим краєм проєктованого об'єкта так само можуть бути зведені до мінімуму (2).

$$\min \sum_l \sum_p d_2(p, visEdge(I) \cup outline(I))^2 \quad (2)$$

Триангуляція точки з точкових відповідностей можуть бути обрані в якості обмеження для кутів моделі. В разі використання ручних обчислень позицій камери часто використовуються кути, тому що вони можуть бути легко ідентифіковані між декількома видами. 3D-позиції 2D точок вже були розраховані і оптимізовані триангуляцією і регулюванням і утворюють дуже точне обмеження для моделі.

Можна задати реляційні обмеження на додаток до сегментації зображень. ці обмеження утворюють відносини між декількома моделями або вимагають певних властивостей форми моделі. Дуже простим обмеженням є установка параметрів з однаковими значеннями для різних моделей. Наприклад, якщо два однакових об'єкта відображаються в сцені, вони можуть бути змодельовані з застосуванням цього обмеження для всіх параметрів, за винятком положення і орієнтації.

Вектор спрямування (Up Vector). Це обмеження гарантує, що об'єкти орієнтовані в тому ж напрямку, але обертання навколо цього напрямку може варіюватися. Неможливо передбачити глобальний напрям в системі, тому що камери можуть бути зареєстровані в довільній системі координат. Таким чином, вектор напрямку визначається тільки моделями, призначеними цього обмеження. Обмеження мінімізує кут між векторами напрямку всіх моделей.

Деякі моделі можуть бути параметризовані з різними векторами напрямку і зберігати ту ж форму. Наприклад, орієнтація паралелепіпеда може бути замінена за всіма основними осях згідно пристосуванню значень масштабу. Змінюються параметри всіх моделей, які мають приблизно той же вектор напрямку. Потім застосовується обмеження на моделі обертань шляхом фіксування відповідного параметра обертання з тим же значенням.

Розглянуто методи визначення положення об'єкта в задачах розпізнавання образів. Обмеження зображень можуть привести до ситуації з небажаними локальними мінімумами,

але реляційні обмеження допомагають позбутися від появи таких ситуацій. Моделі з великою кількістю параметрів, наприклад, супереліпсоїд, як правило, вимагають більше обмежень, тобто більше сегментації зображень, ніж моделі з невеликим кількістю параметрів. Моделі, які сильно залежать від обертання, часто вимагають більше первинних підрахунків і, отже, більше часу обчислення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коротаев А.И., Кузовлев В.И. Моделирование 3D объектов. Инженерный журнал: наука и инновации, 2013, вып. 11 [Электронный ресурс]. // – Режим доступа. – URL: <http://engjournal.ru/catalog/it/hidden/1057.html>.
2. Шувалов Р.И. Распознавание образов на цифровых изображениях на основе теории инвариантов. Инженерный журнал: наука и инновации, 2012, вып. 2 [Электронный ресурс]. // – Режим доступа. – URL: <http://engjournal.ru/catalog/it/hidden/47.html>.
3. Алфимцев А.Н., Демин Н.А. Захват и отслеживание удаленных объектов в видеопотоке. Инженерный журнал: наука и инновации, 2013, вып. 11.

Науковий керівник: Цимбал Олександр Михайлович, д-р техн. наук, професор кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки

УДК 621.311.243

АВТОМАТИЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ФОКЛІНИХ КОНЦЕНТРАТОРНИХ КРЕМНІСВИХ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ НА ОСНОВІ ПЛАТ ARDUINO

С. О. Борн, М. В. Кондратюк

Харківський національний університет
радіоелектроніки Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14
e-mail: maksym.kondratiuk@nure.ua

Анотація: Дана робота була спрямована на розробку модулю автоматизації, що дозволить контролювати основні параметри сонячного модулю. Ця розробка дозволяє отримувати найбільшу точність вимірювання параметрів ВАХ у порівнянні з аналогічними методами. На базі аналізу реалізована автоматизація контролю фотоелектричних параметрів. Також розроблена програма пристрою.

Ключові слова: фотоелектричні параметри, фоклініні концентратори, сонячні батареї, Arduino Nano, конструкція фокліного сонячного елемента.

AUTOMATION OF PHOTOELECTRIC RESEARCH PARAMETERS OF FOCLIN CONCENTRATOR SILICON BATTERIES BASED ON ARDUINO CARDS

S. Born, M. Kondratiuk

Kharkiv National University of Radio Electronics
Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14
e-mail: maksym.kondratiuk@nure.ua

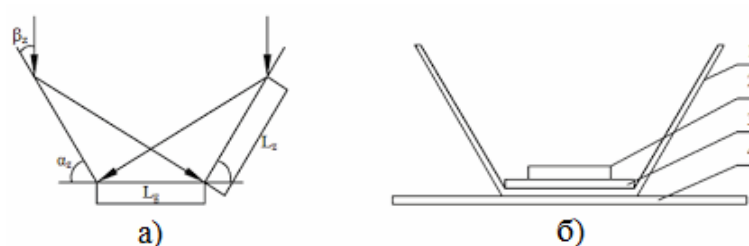
Annotation: This work was aimed at the development of an automation module that will control the basic parameters of the solar module. This development allows to obtain the most accurate measurement of the parameters of the CVC compared to similar methods. On the basis of the analysis automation of control of photoelectric parameters is realized. A device program was also developed.

Key words: photoelectric parameters, nonfocusing solar concentrator, solar panels, Arduino Nano, nonfocusing solar cell design.

В даний час спостерігається зростання інтересу до вирішення завдання автоматизації усіх рівнів та галузей промислового виробництва та контролю. Як відомо оперативний контроль параметрів фотоперетворювачів (ФП) є необхідним для управління технологічними процесами їх виготовлення, вирішування задач розбраковки, сортування та ідентифікації фото приладів у процесі нових досліджень матеріалів і структур ФП.

Конструкція фокліного сонячного елемента (ФСЕ) - приладу для перетворення енергії сонячного випромінювання - на основі монокристалічного кремнію показана на рис.1 [1].

1. Фоклінний відбивач.
2. Кремнієвий чіп.
3. Підкладка.
4. Тепловідвід.



а) оптична схема, б) конструкція

Рисунок 1 – Конструкція фокліного сонячного елемента

Вольт-амперна характеристика (ВАХ) – ключова характеристика фотоелектричних приладів. За результатами вимірювання ВАХ стає можливим дослідження характеристик приладів на ефективність фото перетворення, філ-фактора та інших параметрів. Ці дані важливі для дослідження і оцінки якості сонячних елементів (СЕ).

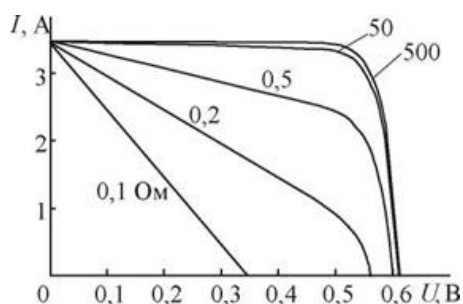


Рисунок 2 – Світлова навантажувальна ВАХ сонячного елемента

Серія приладів SOLARLAB XM від компанії SOLARTRON пропонує професійне рішення для таких завдань.

Особливості SOLARLAB XM:

- експериментальні методики, включаючи модульовану по яскравості фотоструму спектроскопію (IMPS);
- фото-ЕРС спектроскопію (IMVS);
- імпеданс, зниження фото-ЕРС (PhotoVoltage Decay);
- методи вилучення заряду (Charge Extraction Techniques);
- вимірювання світлової та темрявої ВАХ і її аналіз;
- вимірювання V_{oc} , I_{sc} , J_{sc} , V_{mp} , I_{mp} , FF, η ;
- стандартна функція корекції сонячних осередків.



Рисунок 3 – Пристрій з аналоговим функціоналом SOLARTRON SOLARLAB XM

У роботі використовується мова програмування C ++, та плата Arduino Nano V3, яка доповнюється безліччю бібліотек, що спрощує роботу з пристроєм.

Програмування здійснюється через спеціальну програмну оболонку (Visual Studio IDE).

Використовувані в Arduino мікроконтролери мають прошитий завантажувач (bootloader), за допомогою якого можливо завантажити свою прошивку. У більшості пристроїв Arduino використовуються мікроконтролери Atmel AVR ATmega328, ATmega2560, ATmega32U4, з тактовою частотою 16 або 8 МГц. Використовуються порти введення/виводу – піни. Це цифрові, аналогові або цифро-аналогові інтерфейси, які мають свою власну функцію.

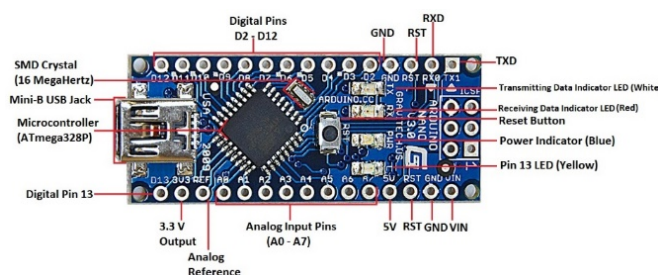


Рисунок 4 – Топологія плати Arduino Nano V3

Іншими і останнім важливим критерієм портів плати Arduino, є їх фізична складова. Кожен пін: має напругу на виході 5В, та максимальний струм близько 0,02А.

Практично Arduino надає величезні можливості для створення будь-яких пристроїв, хоча вона вважається як звичайна «іграшка для радіоаматорів».

Arduino це готова апаратно-програмна платформа, головними компонентами якої є невелика плата-контролер введення/виводу і середовище розробки на основі Processing/Wiring.

Мета використання платформи Arduino – створити доступне середовище для розробників програмного забезпечення, що дозволить їм увійти до світу програмування мікроконтролерів.

Було розроблено модуль автоматизації отримання фотоелектричних параметрів з кремнієвого фоклінового концентраторного сонячного модуля на базі контролера Arduino.

Проведен аналіз аналогів, на підставі яких створено модуль автоматизації отримання фотоелектричних параметрів з кремнієвого фоклінового концентраторного сонячного модуля на базі Arduino Nano V3.

Arduino Nano — це повнофункціональний мініатюрний пристрій на базі мікроконтролера ATmega328 (Arduino Nano 3.0) або ATmega168 (Arduino Nano 2.x), адаптований для використання з макетної плати. За функціональністю пристрій схожий на Arduino Duemilanove, і відрізняється від нього розмірами, відсутністю роз'єму живлення, а також іншим типом (Mini-B) USB-кабелю. Розроблено програмне забезпечення, яке дозволяє контролювати основні параметри модуля [2].

Робота була спрямована на розробку модулю автоматизації, що дозволить контролювати основні параметри сонячного модуля.

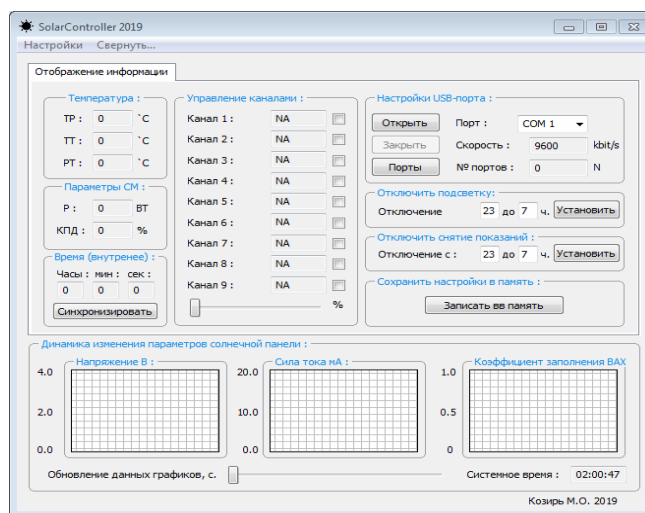


Рисунок 5 – Графічний інтерфейс програми SolarController 2019

Аналіз існуючих аналогів дозволив чітко визначити основні характеристики модуля автоматизації:

- контроль температурного режиму без використання зовнішнього охолодження;
- вимірювання та розрахунок параметрів V_{oc} , I_{sc} , V_{mpp} , I_{mpp} , FF;
- контроль графіку роботи модулю автоматизації;
- можливість одночасної роботи програмного забезпечення з 9 модулями автоматизації;
- можливість оперативної модернізації або зміни коду модулю;
- збереження отриманих даних у окремий файл з можливістю подальшої обробки.

Створено програмне забезпечення SolarController 2019.1 та розроблена плата модулю автоматизації, що дозволила зменшити габарити, крім того плата Arduino завдяки власному процесору, пам'яті, безліч портів вводу/виводу надає величезні можливості для створення різних додатків, керування пристроями та механізмами.

ЛІТЕРАТУРА

1. И.Ш. Невлюдов, В.А. Писменецкий, А.В. Фролов, Я.С. Мовсесян. Автоматизированный программно-аппаратный измерительный комплекс. Системы управління, навігації та зв'язку, 2017, випуск 2 (42) с.39-42.
2. Слипченко Н.И. Оперативный контроль параметров фотопреобразователей [Текст] / Н.И. Слипченко, В.А. Писменецкий, Н.Н. Яновская // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Харьков, 2007. – №4/3 (28). с. 39 – 42.
3. Ник Рендольф, Дэвид Гарднер, Майкл Минутилло, Крис Андерсон. Visual Studio 2010 для профессионалов = Professional Visual Studio 2010. [Текст] / Майкл Минутилло, Крис Андерсон. — М.: «Диалектика», 2011. — 1184 с.

Науковий керівник: Письменецкий Віктор Олександрович, к.т.н., доц., доцент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки

УДК 62-55

МЭМС-ДАВАЧИ РУХУ STMICROELECTRONICS

В. В. Завалій

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна 61166, Харків, пр.Науки 14

E-mail: volodymyr.zavaliy@nure.ua

Анотація: Дана робота була проведена для огляду та аналізу МЕМС-давачів руху STMicroelectronics, конструктивних особливостей та сфер застосування. Була розглянута технологія МЕМС ST, відмінності МЕМС-давачів ST від традиційних давачів Також були оглянуті сфери застосування МЕМС - давачів та принцип роботи.

Ключові слова: МЕМС-мікросхеми, МЕМС, МЕМС-структура, МЕМС-сенсор руху, Принцип роботи, конструкція.

MEMS TRAFFIC SENSORS STMICROELECTRONICSV

V. Zavaliy

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av. 14

E-mail: volodymyr.zavaliy@nure.ua

Annotation: This work was carried out for the review and analysis of the MEMS traffic sensors of STMicroelectronics, design features and applications. The technology of MEMS ST, differences of MEMS sensors ST from traditional sensors was considered. The scope of application of MEMS sensors and working principle were also examined.

Key words: MEMS-chips, MEMS, MEMS-structure, MEMS-traffic sensors, Principle of operation, design.

МЕМС – це прилади, які об'єднують у собі мікроелектронні та механічні компоненти. МЕМС – мікросхеми містять мініатюрні об'ємні (3d) кремнієві структури, які можуть переміщатися за рахунок гнучкого підвісу в декількох точках. Ці структури при своєму русі міняють параметри електричних ланцюгів.

Рухи у свою чергу залежать від переміщень самої мікросхеми. Це дозволяє кількісно вимірювати лінійні прискорення і кутові переміщення корпусу мікросхем завдяки існуванню законів Ньютона і сили Коріоліса [1].

Просто кажучи, в системах MEMS рухаються не лише електрони, але і самі частини інтегральної мікросхеми. Завдяки тому, що сенсорні структури формуються в процесі мікроелектронного виробництва кристала, досягаються висока чутливість, низький шум і стабільність параметрів в часі і по температурі. MEMS-структура під мікроскопом, наведена на (рис.1) та (рис.2).

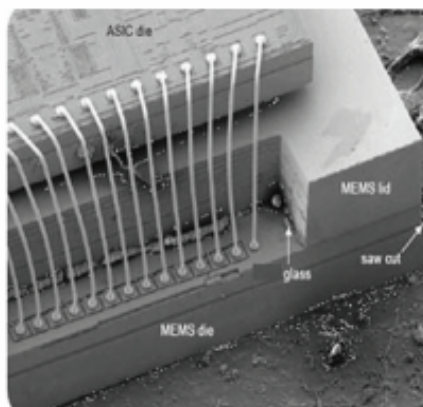


Рисунок 1 – Внутрішня будова MEMS-давача

Усередині компонент складається з трьох шарів: сама MEMS-структура, захисна кришка і кристал схеми, що управляє, на ній. Існує можливість вироблення внутрішніх еталонних дій на сенсорні структури. Це забезпечує можливість самотестирования MEMS без фізичних переміщень самої мікросхеми датчика, тобто вже після установки на плату або в додатку.

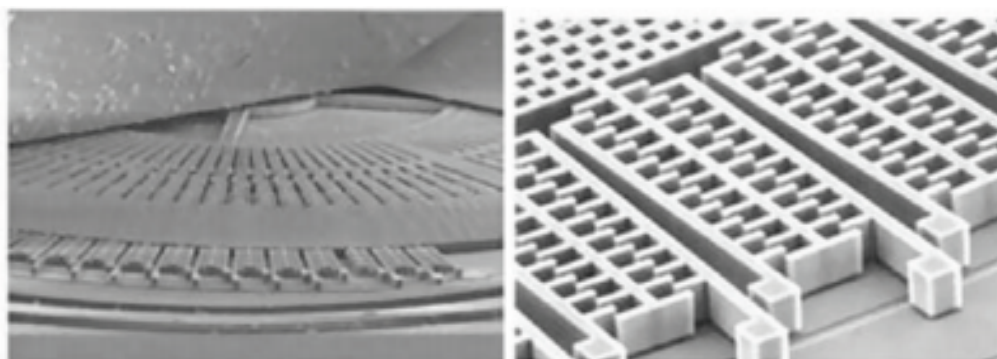


Рисунок 2 – Зовнішній вигляд MEMS -структури. Фото з великим збільшенням

Завдяки сучасним нанотехнологіям корпус датчиків MEMS мініатюрний настільки, що це дозволяє говорити про застосування їх в додатках, що вимагають скритності і непомітності [2].

MEMS - давачі розділяються по наявності цифрової частини. Частина з них має аналоговий сигнал на виході, а частина – цифровий. Таким чином, доступне застосування цих компонентів і в чисто аналогових схемах (наприклад, в простих сповіщувачах) і в схемах з цифровою обробкою сигналу (наприклад, в розумних безпроводних датчиках, що об'єднуються в систему) [3].

Найголовніші відмінності MEMS-давачів ST від традиційних давачів вібрації або положення в просторі:

- малий розкид параметрів в межах виробу;
- висока технологічність і повторюваність;

- мікромініатюрність;
- висока функціональність;
- поліпшені характеристики функціонування;
- висока надійність і стійкість до зовнішніх дій;
- низька вартість.

Малий розкид параметрів в межах виробу. Виготовлення компонентів в єдиному технологічному циклі дозволяє отримувати практично невідмітні параметри у однакових компонентах.

Висока технологічність і повторюваність. При виготовленні МЕМС-пристроїв в основному застосовуються добре відпрацьовані і керовані технологічні процеси, що дозволяє отримувати вироби з бажаними характеристиками.

Мікромініатюрність. Застосування технології мікросхем дозволяє отримати мікромеханічні і оптичні вузли значно менших розмірів, ніж це можливо по традиційних технологіях.

Висока функціональність. Мініатюрність виробу і можливість виготовлення датчиків, оброблювальних схем і виконавчих механізмів в одному пристрої дозволяє створювати закінчені системи досить великої складності в мініатюрному корпусі.

Поліпшені характеристики функціонування. Електронна частина, а також електричні канали зв'язку з датчиками і механізмами, виконані за інтегральною технологією і такі, що мають малі розміри, дозволяють поліпшити такі характеристики як робочі частоти, ЕМС, співвідношення сигнал/шум і так далі. Висока точність і повторюваність чутливих елементів і їх інтегральне виконання спільно з оброблювальною схемою дозволяють значно підвищити точність вимірів. Крім того, повторюваність і точність виконання механічних компонентів покращує їх характеристики.

Висока надійність і стійкість до зовнішніх дій. Чинників, що призводять до підвищення надійності і стійкості до зовнішніх дій виробів при застосуванні МЕМС, досить багато, і вони залежать від конкретного типу виробу і його застосування. Механічні вузли МЕМС в умовах вібрацій і ударів, як правило, працюють краще завдяки малим розмірам і масі, а також тому факту, що механічні вузли розташовані в корпусі МЕМС, амортизованому виведеннями і конструкцією ДП [4].

Низька вартість. Застосування МЕМС зменшує вартість як механічною, так і електронною частин пристрою, оскільки оброблювальна електроніка інтегрована в МЕМС - компонент, що дозволяє уникнути додаткових з'єднань і, в деяких випадках, узгоджуваних схем.

Основні сектори застосування акселерометрів і гіроскопів:

- ігрові консолі;
- стабілізація зображення у фото і відеокамерах;
- курсорні покажчики для інтелектуальних інтерфейсів користувача.;
- розширення gps- рішень (системи числення пройденого шляху);
- системи управління рухом в робототехніці;
- стабілізація платформ промислового устаткування;
- технологія і конструкція мэмс-давачів руху ST.

Давачі, виконані за технологією МЕМС, виготовляються за допомогою тих же технологічних прийомів, що і інтегральні мікросхеми [5].

Акселерометр і гіроскоп ST складається з двох ключових елементів:

- МЕМС-кремнієвого мікромеханічного ємнісного сенсора, чутливого до прискорення або повороту;
- схеми обробки сигналу, що перетворює вихідні сигнали цього сенсора в аналогові або цифрові сигнали.

Для зниження вартості, підвищення надійності, заводо захищеності і щільності монтажу компанія ST поєднує обидва ці пристрої в єдиному корпусі (рис 3).

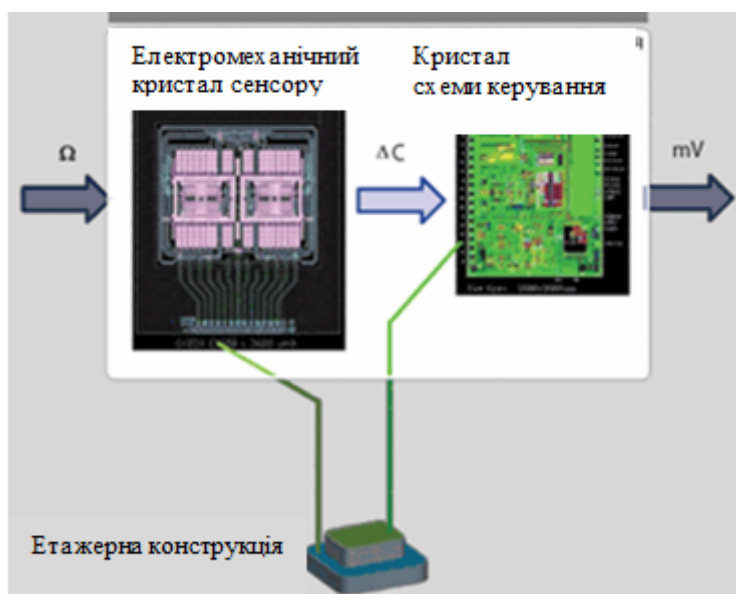


Рисунок 3 – Використання вертикальної конструкції для стикування двох кристалів

Принцип роботи сенсорів руху (акселерометров і гіроскопів) ґрунтований на вимірі зміщення інерційної маси відносно корпусу і перетворенні його в пропорційний електричний сигнал. Ємнісною метод перетворення вимірюваного переміщення є найбільш точним і надійним, тому ємнісні акселерометри отримали широке поширення [6].

Структура ємнісного акселерометра складається з різних пластинів, одні з яких є стаціонарними, а інші вільно переміщуються усередині корпусу.

Місткості включені в контур резонансного генератора. Під дією прикладених керівників електричних сигналів підвішена маса здійснює коливання.

Між пластинами утворюється конденсатор, величина місткості якого залежить від відстані між ними. Під впливом сили прискорення місткість конденсатора міняється. На рис.4 показана топологія MEMC-сенсора ST.

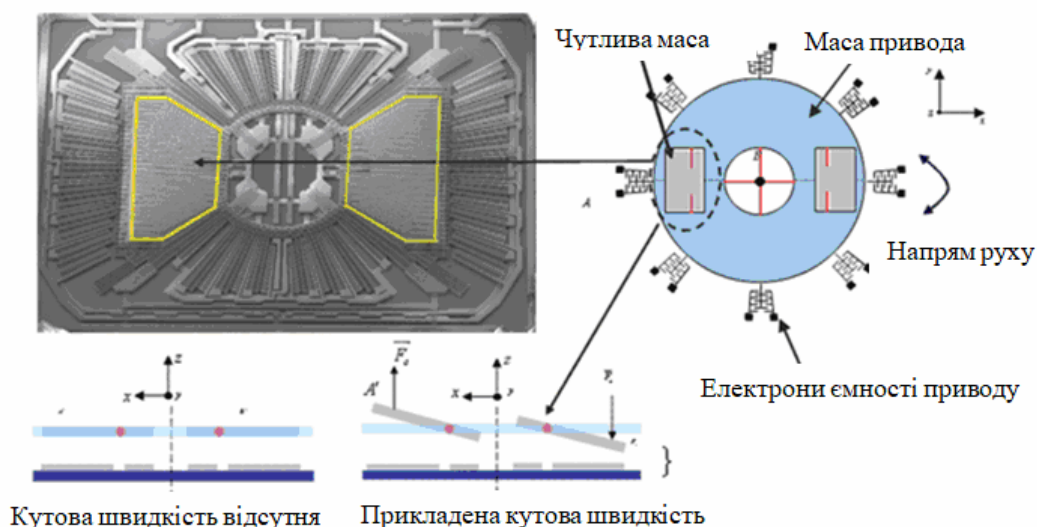


Рисунок 4 – Топологія MEMC-сенсора ST

У конструкції MEMC-сенсорів для акселерометров і гіроскопів використовується камертонна система електродів. Дві підвішених маси здійснюють коливання по протилежних осях. З появою куткової швидкості сила Кориоліса прикладається в

протилежних напрямках. Вимірювана диференціальна ємнісна складова пропорційна куту переміщення [7].

При лінійному прискоренні вектори додатка сил для обох мас діють в одному напрямі. При цьому диференціальна різниця дорівнює нулю. У MEMS-сенсорах фізичне переміщення маси рухливих електродів перетворюється в електричний сигнал за рахунок ємнісного перетворення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Mahmoud Rasras, Ibrahim (Abe) M. Elfadel, Duong Ngo MEMS Accelerometers. – MDPI – 2018
2. Henry Baltes, Oliver Brand, Gary K. Fedder Enabling Technology for MEMS and Nanodevices: Advanced Micro and Nanosystems. – Wiley-VCH – 2014
3. Vikas Choudhary, Krzysztof Iniewski MEMS: Fundamental Technology and Applications. – CRC Press – 2017.
4. Кашкаров А.П. Микроэлектромеханические системы и элементы. – М.: ДМК Пресс – 2018
5. Косых А.В., Лепетаев А.Н. Микроэлектромеханические системы. – Омск: ОмГТУ – 2016
6. Stephen Beeby, Graham Ensell MEMS Mechanical Sensors. – Artech House – 2004
7. Atul Tiwari, Baldev Raj Materials and Failures in MEMS and NEMS. – Scrivener Publishing – 2018

Науковий керівник: *Олександров Юрій Миколайович, к.т.н., професор кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки*

УДК 004.65

РОЗРОБКА КОМПОНЕНТІВ ІНФОРМАЦІЙНО УПРАВЛЯЮЧОЇ СИСТЕМИ ФІТНЕС ЦЕНТРА

Ф. Баррі

Харківський національний університет радіоелектроніки
Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14
E-mail: filippbarri@gmail.com

Анотація: У даній статті розглядається реалізація інформаційно управляючої системи фітнес центра.

Ключові слова: ІУС, автоматизована система, база даних, системи підтримки прийняття рішень.

DEVELOPMENT OF COMPONENTS OF INFORMATION CONTROLLED FITNESS CENTER SYSTEM

F. Barri

Kharkiv National University of Radio Electronics
Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.14
E-mail: filippbarri@gmail.com

Abstract: This article examines the implementation of the information management system of the fitness center.

Key words: ICS, automated system, database, decision support system.

Для прийняття ефективних управлінських рішень в умовах динамічного розвитку ринкової економіки будь якому підприємству потрібна доцільна система інформаційного забезпечення, що об'єктивно відображає сформовану економічну ситуацію. Гарне інформаційне забезпечення це не тільки запорука успіху та конкурентоспроможності фірми, а й засіб виживання в умовах жорсткої конкуренції

Ідея ІУС полягає в тому, щоб допомогти керівникам у плануванні, здійсненні та контролі діяльності своєї установи.

Інформаційно-управляюча система (ІУС) – це сукупність засобів, методів, виконавців, що забезпечують необхідною і достатньою інформацією реалізацію всіх заходів процесу управління. ІУС повинна видавати інформацію про минуле, сьогодення і про майбутнє. Вона повинна відстежувати всі відповідні події всередині організації та поза нею. Загальною метою ІУС є полегшення ефективного виконання функцій планування, контролю, виробничої діяльності та процесу управління в цілому. Найважливішим її завданням є видача потрібної інформації потрібним людям в потрібний час.

В існуючій практиці управління використовуються два основних види ІУС:

Manager Information System (MIS) – системи – в потрібний момент часу в найбільш зручній формі представляють керівнику необхідну інформацію про минуле, сьогодення і майбутнє керованої системи.

Система підтримки прийняття рішень (СППР) (англ. Decision Support System, DSS) – комп'ютерна автоматизована система, метою якої є допомога людям, що приймають рішення в складних ситуаціях для повного і об'єктивного аналізу областях діяльності. СППР виникли в результаті злиття управлінських інформаційних систем і систем управління базами даних.

Для даної програми оберемо архітектурний принцип централізованого управління передачі даних повідомлень між користувачами: «клієнт-сервер». При цьому підході створюється виділений програмний модуль - сервер, що займається обслуговуванням запитів від декількох клієнтських модулів та зберігає дані для управління станом клієнтів, а також виконує синхронізацію даних між ними. Цей підхід дає наступні переваги:

- Відсутність дублювання коду програми-сервера програмами-клієнтами.
- Всі обчислення виконуються на сервері, тож вимоги до комп'ютерів, на яких встановлено клієнт, знижуються.
- Всі дані зберігаються на сервері, який, як правило, захищений набагато краще за більшість клієнтів. На сервері простіше організувати контроль повноважень, щоб давати доступ до даних тільки клієнтам з відповідними правами доступу.

Розподілимо обов'язки між клієнтською та серверною частинами. Серверні модулі розробленої програми відповідальні за:

- зберігання даних;
- забезпечення доступу до даних;
- контролювання доступу до даних;

Клієнтські модулі розробленої програми відповідальні за:

- надання користувачу інтерфейсу для взаємодії з програмним засобом;
- збір даних з користувача;
- відправлення запитів з даними до серверних модулів;
- відображення даних, що зберігаються на серверній частині додатку

Фізичне знаходження програмних модулів і буде розподілятися на 2 рівні - клієнтський та серверний. Клієнтська частина додатку буде виконуватися окремо на машині користувача, у той час як для серверного рівня програмного засобу буде виділено окремий пристрій.

Схему взаємодії зображено на рисунку 1.

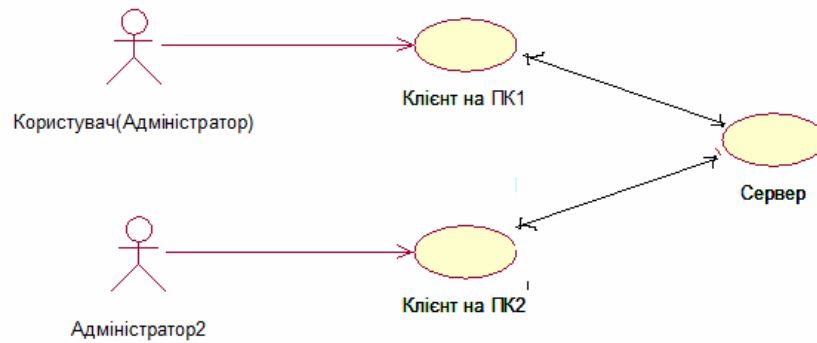


Рисунок 1 – Схема фізичної взаємодії модулів системи

Зазвичай, у клієнт-серверних програмах використовується трирівнева архітектура. Вона передбачає, що клієнтський рівень не може мати прямого доступу до бази даних та не зберігає стан програми. Серверна частина, у свою чергу, поділяється на 2 логічних рівні:

1. Аплікаційний рівень. На аплікаційному рівні зазвичай зосереджується уся бізнес-логіка
2. Рівень даних. Забезпечує зберігання даних і виноситься на третій рівень.

Зазвичай це стандартна реляційна або об'єктно-орієнтована СУБД. Якщо рівень даних являє собою базу даних разом зі збереженими процедурами, тригерами і схемою, яка описує застосування в термінах реляційної моделі, то рівень даних будується як програмний інтерфейс, що зв'язує клієнтські компоненти з прикладною логікою бази даних. Схему логічної взаємодії зображено на рис. 2

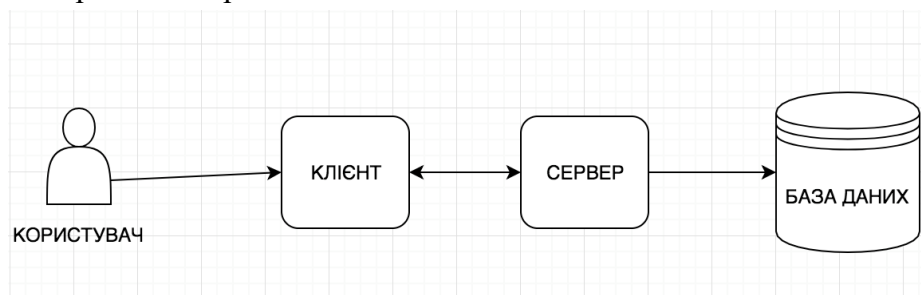


Рисунок 2 – Схема логічної взаємодії програмних модулів системи

Для обміну даними між клієнтською та серверною частинами обрано протокол HTTP. HTTP – це протокол передачі даних, що використовується в комп'ютерних мережах. Він належить до протоколів моделі OSI 7-го прикладного рівня. Основним призначенням протоколу HTTP є передача веб-сторінок (текстових файлів з розміткою HTML), хоча за допомогою нього успішно передаються і інші файли, які пов'язані з веб-сторінками (зображення і застосунки), так і не пов'язані з ними (у цьому HTTP конкурує з складнішим FTP).

У ході розробки програмного засобу була створена наступна база даних, а також виділено основні сутності, що відображають предметну область даної роботи. Їх опис занесено до таблиці 1.

Таблиця 1 – Сутності та їх описання

Сутність	Опис
Admin	Персональна інформація про користувача, політики доступу
Clients	Інформація про клієнтів фітнес клубу
Workers	Інформація про працівників фітнес клубу
Salaries	Інформація про видачу зарплатні, її розмір і т.д.
Client special offers	Інформація, про додаткові послуги, що надаються клубом

Аналіз даних більш потужний, коли створюються зв'язки між даними в різних таблицях. Зв'язок – це з'єднання між двома таблицями даних на підставі одного рядка в кожній із них. При розробці зв'язків було повністю дотримано вимог цілісності сутностей і цілісності посилань. Перша вимога полягає в тому, що будь-який кортеж будь-якого відношення відмінний від будь-якого іншого кортежу цього відношення, тобто іншими словами, будь-яке відношення має володіти первинним ключем. Вимога цілісності щодо посилань, або вимога зовнішнього ключа полягає в тому, що для кожного значення зовнішнього ключа, що з'являється у відношенні, на яке веде посилання, повинен знайтися кортеж з таким же значенням первинного ключа, або значення зовнішнього ключа повинно бути невизначеним (тобто ні на що не вказувати). Опис атрибутів занесено у таблицю 2

Таблиця 2 – Атрибути сутностей

Сутність	Атрибути
Admin	IdAdmin, Login, Password, FirstName, LastName
Clients	IdClient, FirstName, LastName, Email, Plan, LastPaymentDate
Workers	IdWorker, FirstName, LastName, Age, Position
Salaries	IdSalary, Name, Summary, PaidOut
Clientspecialoffers	IdSpeshOffer, SpecialOffer, Client, Price, PaidOut

Опис зв'язків між атрибутами:

1. Один працівник отримує заробітну плату багато разів (кожен місяць)
2. Один клієнт може отримати додаткові послуги багато разів.

На етапі фізичного проектування побудуємо ER-діаграму створюваної БД.

ER-діаграму зображено на рисунку 3

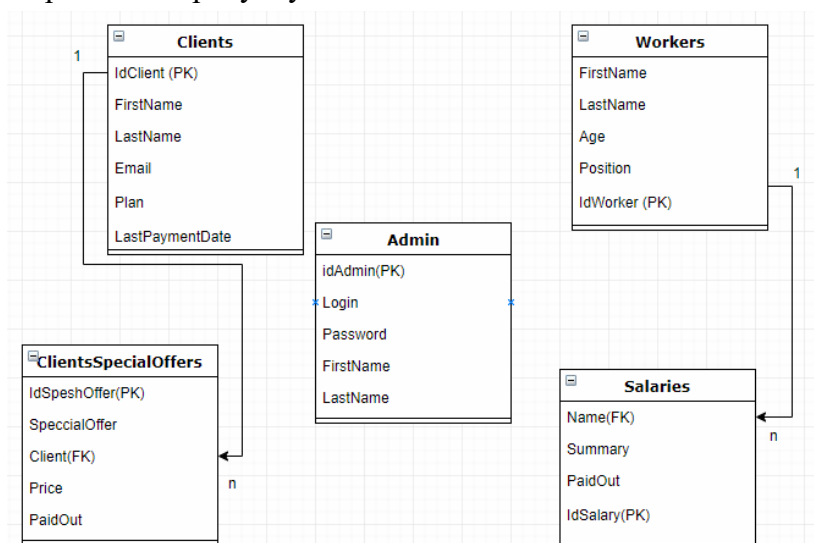


Рисунок 3 – ER-діаграма створюваної БД.

В роботі проведено аналіз інформаційно управляючої системи, розглянуто її складові та програмно реалізовано один із компонентів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Медведева, О. В. Комплексний економічний аналіз діяльності підприємства / О. В. Медведева, Е. В. Шпилевская, А. В. Немова. – М.: Феникс, 2010. – 353 с.
2. Пегат, А. Нечітке моделювання та управління / А. Пегат ; пер. с англ. 2-е изд. М. : БИНОМ. Лабораторія знань, 2013. – 797 с.
3. Фаулер М. Архітектура корпоративних програмних додатків.: Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2011. — 544 с

***Науковий керівник:** Цимбал Олександр Михайлович, д-р техн. наук, професор кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки*

УДК 004.738

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПРОЕКТУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

А. О. Тарантін

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: andrii.tarantin@nure.ua

Анотація: В даній роботі представлені та проаналізовані методи проектування промислових комп'ютерних мереж. Вказані їх недоліки та переваги. Проаналізовані основні етапи проектування комп'ютерних мереж. Було виділено основні параметри, які потрібно враховувати при проектуванні комп'ютерних мереж.

Ключові слова: комп'ютерна мережа, метод, проектування.

ANALYSIS OF METHODS OF DESIGNING INDUSTRIAL COMPUTER NETWORKS

A. Tarantin

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: andrii.tarantin@nure.ua

Abstract: This paper presents and analyzes methods for designing industrial computer networks. Their disadvantages and advantages are indicated. The basic stages of computer network design are analyzed. It outlined the basic parameters to consider when designing computer networks.

Keywords: computer network, method, design.

У зв'язку з дедалі більшим впровадженням автоматизованих систем на виробництві різного класу, потрібно проектування до процесу впровадження бездротових і дротових мереж, організація зв'язку і роботи між ними для скорочення витрат через людський фактор. Під час проектування мережі, потрібно врахування потреб пропускнуго каналу, оцінка можливості проведення провідний або бездротової мережі для організації робочого процесу.

Сучасні підприємства висувають високі вимоги до своєї комп'ютерної мережі. Такі вимоги може задовольнити тільки та комп'ютерна мережа, яка спроектована і оптимізована до найменшої деталі враховує такі важливі параметри як:

- граничні пропускні спроможності різних фрагментів мережі і залежності втрат пакетів від завантаження окремих станцій і зовнішніх каналів;
- час відгуку основних серверів в різних режимах, в тому числі таких, які в реальному мережі вкрай небажані;
- вплив установки нових серверів на перерозподіл інформаційних потоків;
- рішення оптимізації топології при виникненні вузьких місць в мережі (розміщення серверів, зовнішніх шлюзів, організація опорних каналів та ін.);
- вибір того чи іншого типу мережевого обладнання (наприклад, IOBaseTX або 100BaseFX) або режиму його роботи (наприклад, cut-through, store-and-forward для мостів і перемикачів);
- вибір внутрішнього протоколу маршрутизації і його параметрів (наприклад, метрики);
- визначення гранично допустимого числа користувачів того чи іншого сервера;
- оцінка впливу мультимедійного трафіку на роботу локальної мережі, наприклад, при підготовці відеоконференцій.

Залежно від територіального розташування абонентських систем обчислювальні мережі можна розділити на три основні класи:

- глобальні (WAN - Wide Area Network);
- регіональні (MAN - Metropolitan Area Network);
- локальні (LAN - Local Area Network).

Глобальна обчислювальна мережа об'єднує абонентів, розташованих в різних країнах, на різних континентах. Взаємодія між абонентами такої мережі може здійснюватися на базі телефонних ліній зв'язку, радіозв'язку та систем супутникового зв'язку.

Промислова комп'ютерна мережа повинна володіти такими параметрами і топологією, які відповідали фізичним і пропускним вимогам підприємства, що проявляється в процесі експлуатації мережі під різноманітними навантаженнями. Тому дослідженням нових методів проектування, що враховує особливості функціонування різноманітних комп'ютерних систем та їх компонентів, а так же верстатів з ЧПК, відводиться все більше місця в практичних розробках проблем вдосконалення методів проектування, підвищення рівня якості та конкурентоспроможності програмного забезпечення для проектування, моделювання і тестування мереж різної складності під різним навантаженням [1].

Слід зазначити що комп'ютерна мережа відповідає за понад 80% ефективності роботи підприємства і утворює разом з людиною замкнуту систему «Людина - система - інформація», в якій комп'ютерна мережа знаходиться в ключовому місці і дозволяє взаємодіяти всім елементам системи без перебіжного і з меншими втратами тимчасових ресурсів, тому важливо щоб комп'ютерна мережа повинна бути максимально ефективною і відмовостійкою. Під час експлуатації комп'ютерної мережі у людини виникають різні ситуації із взаємодії з інформацією, що проходить по мережі. Це впливає на ефективність і працездатність людини і всієї системи в цілому, тому можна сказати, що проектування промислових комп'ютерних мереж вимагає більш повного узгодження всіх вимог до неї [2].

Далі проаналізовано існуючі сучасні методи і технології проектування промислових комп'ютерних мереж в якому враховані і досліджені частина або всі вимоги до побудови комп'ютерних мереж.

Для проведення досліджень і аналізу системи «Людина - система - інформація» існує кілька підходів. Основний, якої є вивчення впливу навколишнього простору на процес експлуатації мережі. Метод моделювання мережі за допомогою програмного

забезпечення дозволяє на етапі проектування перевірити мережу на работоспособність за допомогою прогнозування трафіку і перегляду швидкості роботи всієї мережі, визначених вузлів в ній і спрогнозувати можливі складнощі роботи мережі в певний момент часу. Прикладом методу моделювання мережі є робота програмного забезпечення від компанії Cisco: Cisco Packet Tracer (рис. 1) [2].

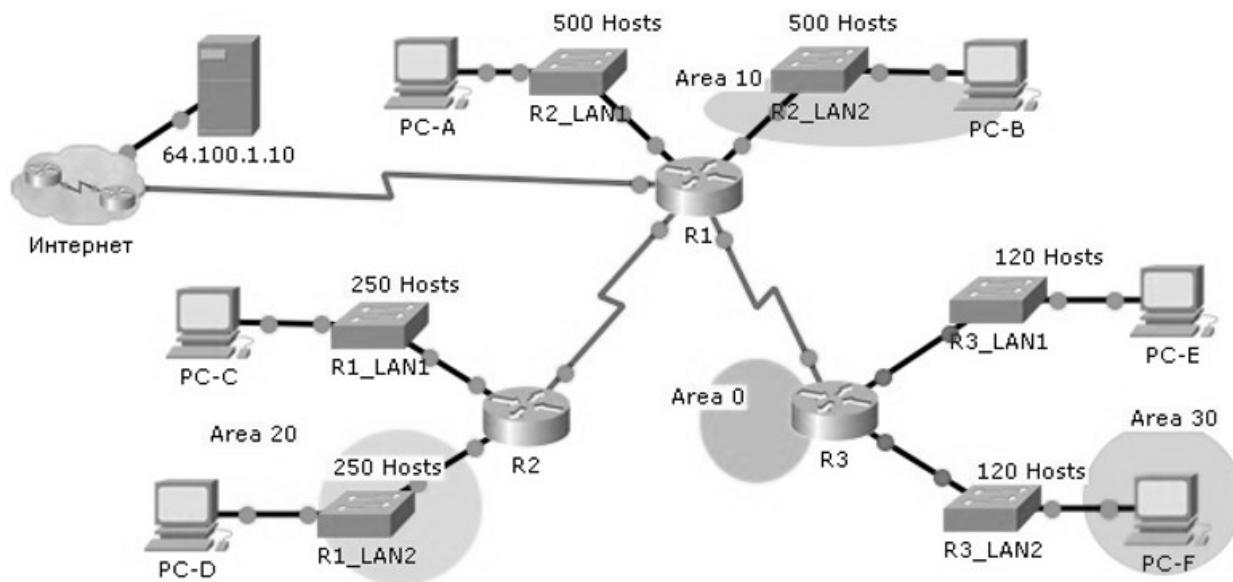


Рисунок 1 – Змодельована мережу за допомогою програми Cisco Packet Tracer

Дана програма дозволяє отримати і аналізувати дані, необхідні для чіткого розуміння роботи мережі з різним навантаженням, але результати не є повноцінними з огляду на те, що використовується обладнання заздалегідь внесена в програму і лабораторні умови роботи, в той час, як при роботі мережі в реальних умовах можуть викликатися перешкоди при проходженні сигналу від різних джерел, що безпосередньо впливає на швидкість передачі даних.

Для отримання достовірної інформації потрібно використовувати фізичний та математичні методи проектування комп'ютерної мережі. Вони дозволяють математично розрахувати швидкість передачі даних до мілісекунд, спрогнозувати можливі перешкоди, і внести коректування при розробці проекту комп'ютерної мережі. Для цього буде потрібно розробити і побудувати математичну модель мережі із зазначенням точних параметрів і побудувати фізичну модель, яка є докладним описом конкретних пристроїв, їх кількості, технічних параметрів і способів взаємодії [3].

Після аналізу отриманих даних при використанні даних методів проектування мережі потрібно побудувати технічну модель. Технічна модель описує в досить загальних термінах, яке комп'ютерне обладнання треба використовувати, щоб досягти цілей, визначених у функціональній моделі. Для побудови технічної моделі необхідно провести аналіз всього наявного обладнання, визначити вимоги до нової системи (при цьому вимоги повинні бути сформульовані не з технічної точки зору, а з позицій керівників і кінцевих користувачів мережі), на підставі цього визначити, що з існуючого обладнання може бути використано в новій системі [4]. Далі необхідно визначити повний функціональний набір необхідних апаратних засобів без конкретизації марок і моделей устаткування.

При завершенні всіх етапів проектування за допомогою використання різних методів проектування комп'ютерних мереж можна приступати до налаштування обладнання.

В результаті дослідження формуються основні проблеми під час проектування комп'ютерних мереж на виробництві:

- облік екранування сигналу матеріалом;
- створення перешкод обладнанням підприємства;
- максимально можливе навантаження на мережеві інтерфейси;
- кібербезпека мережі під час експлуатації;
- гнучкість і розширюваність мережі.

Оскільки для проектування комп'ютерних мереж існує багато кількості можливих методів, в яких є свої недоліки, при проектуванні потрібно повноцінне використання даних методів, щоб звести до мінімуму похибки після введення комп'ютерної мережі в експлуатацію. На сьогоднішній день універсального методу для проектування мережі не існує. А існуючі САПР системи не дозволяють врахувати всі аспекти при використанні різних методів - потрібно розробити метод проектування мережі, який би дозволяв максимально достовірно спроектувати мережу з мінімальними похибками. Для цього необхідно врахувати недоліки кожного з методів і звести їх до мінімуму, після чого розробити систему автоматизації розрахунків фізичної і математичної моделей, з можливістю змодельовати наочну модель мережі.

Метою подальшої роботи є – розробити метод автоматизації проектування змішаних комп'ютерних мереж, який буде можливо застосувати при будівництві і вже на готовому виробництві. Даний метод в подальшому дозволить розробити систему для проектування мережі, яку зможе використовувати інженер-проектувальник, або він може бути використаний при розробці алгоритмів машинного навчання.

ЛІТЕРАТУРА

1.Классификация и принципы построения компьютерных сетей [Електронний ресурс].– URL: <https://works.doklad.ru/view/7IadMhSx0ec.html> (дата звернення: 01.11.2019) – Заголовок з екрану.

2. Cisco Packet Tracer [Електронний ресурс].– URL: <https://www.netacad.com/ru/courses/packet-tracer> (дата звернення: 20.10.2019) – Заголовок з екрану.

3. Особенности проектирования локальных сетей [Електронний ресурс].– URL: http://supervideoman.narod.ru/s9/6_12.htm (дата звернення: 11.10.2019) – Заголовок з екрану.

4. LAN design methodology [Електронний ресурс].– URL: <http://basicitnetworking.blogspot.com/2013/10/lan-design-methodology.html> (дата звернення: 07.10.2019) – Заголовок з екрану.

Науковий керівник: Євсєєв Владислав В'ячеславович, к.т.н., доцент, професор кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки

АНАЛІЗ УПРАВЛІННЯ БЕЗКОЛЕКТОРНИМ ДВИГУНОМ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

С. П. Циганок

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: xenzia1997@gmail.com

Анотація: В атестаційній роботі магістра проведено аналіз вимог технічного завдання, аналіз вимог до управління безколекторними двигунами постійного струму. Розглянуто конструктивні особливості структури та принципи управління безколекторними двигунами з датчиками Холла та за допомогою сигналу зворотнього ЕРС. Також було розглянуто існуючі системи управління та їх можливості.

Ключові слова: Безколекторний двигун, Датчики Холла, Модель управління, конструктивні особливості.

CONTROL ANALYSIS OF BRUSHLESS DC MOTOR

S. Tsyhanok

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, pr. Nauki 14

E-mail: xenzia1997@gmail.com

Annotation: In the attestation of the robot magistra conducted an analysis of the technical test, an analysis of the technical test before the control of the control panel of the post operation. The constructive peculiarities of the structure and the principle of control of the dive-free control of the Hall sensors and the additional signal of the EPC were drawn. Also was reviewed in terms of the system of management and their mobility.

Key words: Brushless dc motor, Sensor Holla, Management model, construction, design features

При розробці блоку управління безколекторним двигуном, проаналізовано зіставлення реального двигуна з абстрактної схемою з трьох обмоток і магнітів, на якій, як правило, принцип управління безколекторними двигунами.

Для реалізації управління по датчикам Холла розглянуто, що відбувається в двигуні далі абстрактних трьох обмоток і двох полюсів і чому алгоритм управління саме такий.

Принцип управління безколекторним двигуном постійного струму.

Для роботи безколекторного двигуна необхідно щоб постійне магнітних поле ротора захоплювалося за обертається електромагнітним полем статора, як і в звичайному ДПТ.

Обертання магнітного поля статора здійснюється комутацією обмоток за допомогою електронного блоку управління.

Конструкція безколекторного двигуна схожа з конструкцією синхронного двигуна, якщо підключити безколекторний двигун в трифазну мережу змінного струму, що задовольняє електричним параметрам двигуна, він буде працювати.

Певна комутація обмоток безколекторного двигуна дозволяє керувати ним від джерела постійного струму. Щоб зрозуміти, як скласти таблицю комутацій безколекторного двигуна необхідно розглянути управління синхронної машиною змінного струму.

Джерело постійного струму має тільки 2 дроти живлення «плюс і мінус», це означає, що є можливість подавати напругу тільки на дві з трьох обмоток. Необхідно апроксимувати малюнок 5 і виділити всі моменти, при яких можливо зкомутувати 2 фази з трьох.

Число перестановок з безлічі 3 дорівнює 6, отже, є 6 варіантів підключення обмоток. Зобразимо можливі варіанти комутацій і виділимо послідовність, при якій вектор буде крок за кроком провертатися далі поки не дійде до кінця періоду і не почне спочатку.

Електричний період будемо відраховувати від першого вектора.

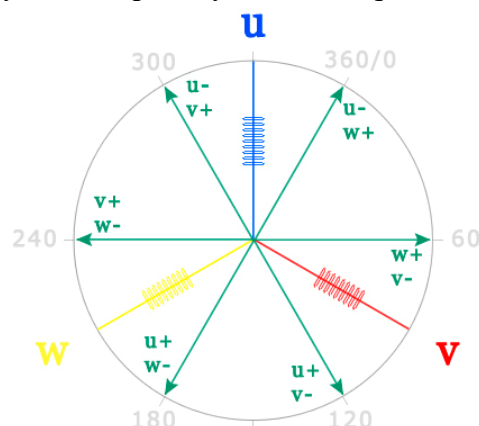


Рисунок 1 – Вид шести векторів магнітного поля які можна створити від джерела постійного струму комутацією двох з трьох обмоток

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ. За 6 перемикань обмоток формується один електричний період 360 електричних градусів.

Необхідно пов'язати цей період з реальним кутом обертання ротора. Двигун з однією парою полюсів і тризубі статором застосовуються вкрай рідко, двигуни мають N пар полюсів.

На рисунку 2 зображені моделі двигуна з однією парою полюсів і з двома парами полюсів.

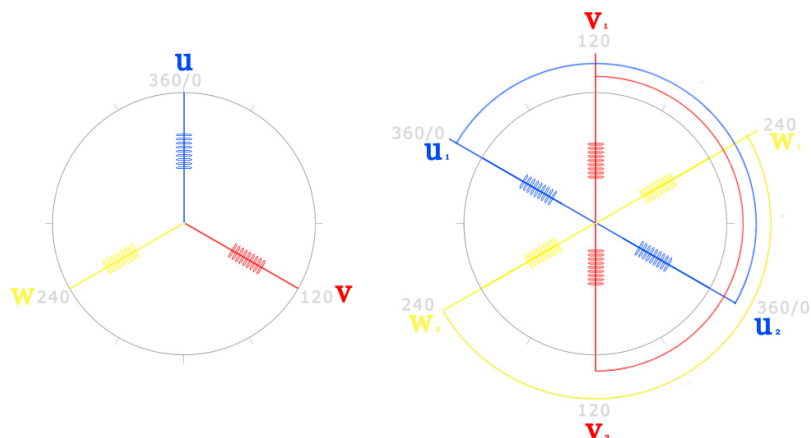


Рисунок 2 – Модель двигуна з одного із двома парами полюсів

УПРАВЛІННЯ БЕЗКОЛЕКТОРНИМ ДВИГУНОМ З ДАТЧИКАМИ ХОЛЛА. Щоб комутувати обмотки в потрібні моменти часу необхідно відстежувати стан ротора в електричних градусах. Для цього застосовуються датчики Холла.

Оскільки є 6 станів векторів магнітного поля, необхідно 3 датчика Холла, які будуть представляти один абсолютний датчик положення з трехбітним виходом. Датчики Холла встановлюються також як обмотки, зміщені між собою на 120 електричних градусів. Це дозволяє використовувати магніти ротора в якості діючого елемента датчика.

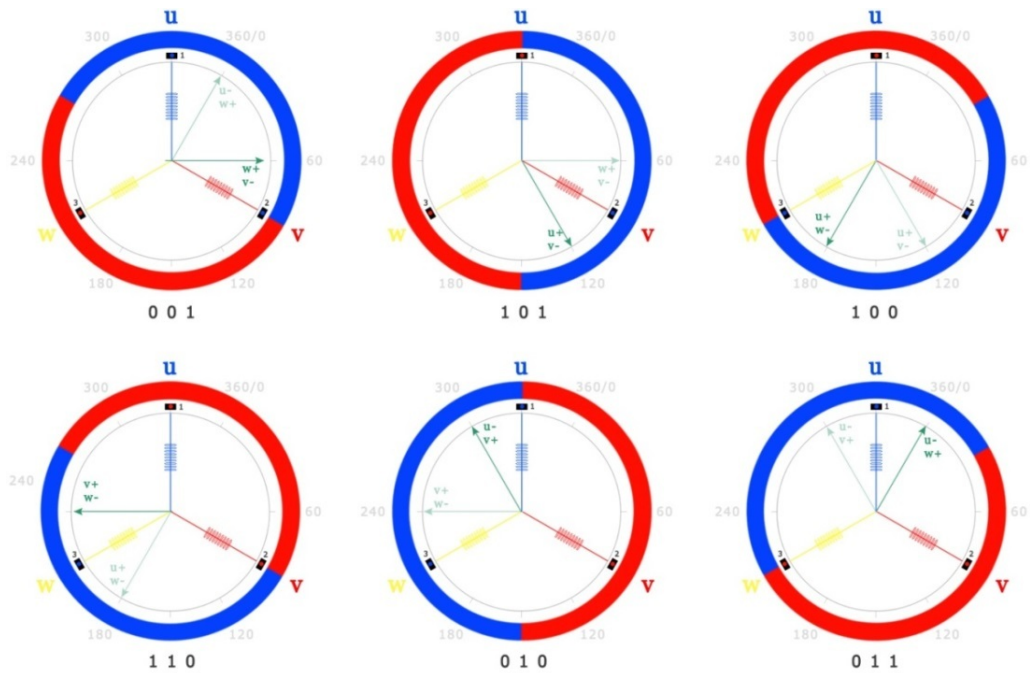


Рисунок 3 - Сигнали з датчиків Холла за один електричний оборот двигуна

Для обертання двигуна необхідно щоб магнітне поле статора випереджало магнітне поле ротора, положення, коли вектор магнітного поля ротора які спрямовані з вектором магнітного поля статора є кінцевим для даної комутації, саме в цей момент має відбуватися перемикання на наступну комбінацію, щоб не давати ротора зависати в стаціонарному положенні.

Можна порівняти сигнали з датчиків Холла з комбінацією фаз які необхідно зкомутувати. При рівномірному обертанні двигуна з датчиків надходить сигнал зміщений на 1/6 періоду, 60 електричних градусів (рисунок 4).

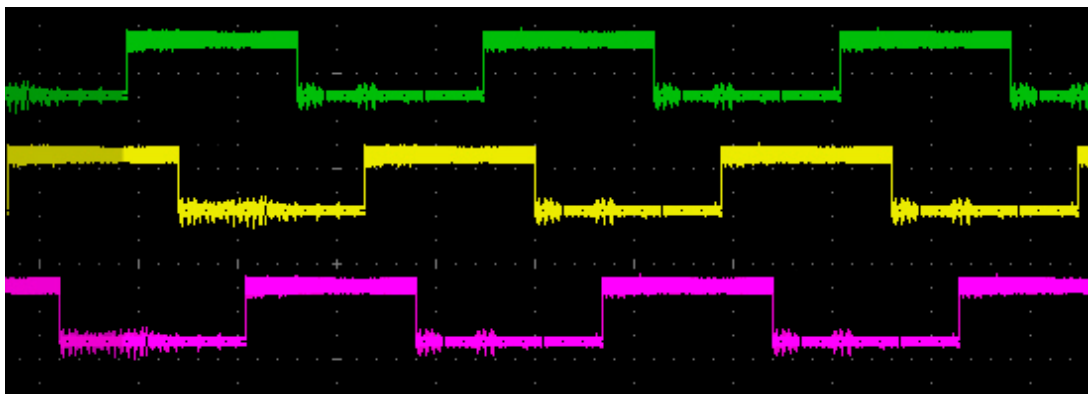


Рисунок 4 - Вид сигналу з датчиків Холла

Управління за допомогою сигналу зворотного ЕРС

Існують безколекторні двигуни без датчиків положення. Визначення положення ротора здійснюється за допомогою аналізу сигналу ЕРС на вільній фазі двигуна. У кожен момент часу до однієї з фаз підключений «+» до іншої «-» живлення, одна з фаз залишається вільною. Обертаючись, магнітне поле ротора наводить ЕРС у вільній обмотці. У міру обертання напруга на вільній фазі змінюється.

Сигнал з обмотки двигуна розбитий на 4 моменти:

- обмотка підключена до 0

- обмотка не підключена (вільна фаза)
- обмотка підключена до живлячої напруги
- обмотка не підключена (вільна фаза)

Зіставивши сигнал з фаз з керуючим сигналом, видно, що момент переходу на наступний стан можна детектувати перетином середньої точки (половини напруги живлення) з фазою, яка в даний момент не підключена (рисунок 4).

ЛІТЕРАТУРА

1. Барбасова Т.А. Автоматизовані інформаційно-керуючі системи: навч. Посібник [Текст] / Т.А. Барбасова, Л.С. Шнайдер, Д.А. Казаринов- Челябинськ: Вид-во ЮУрГУ – 2008. - 296 с.
2. Виноградов А.Б. Адаптивна система векторного керування асинхронним електроприводом [Текст] / А.Б. Виноградов.- СПб.: Іваново", 1999. – 197 с.
3. Бесекерський В.А. Теорія систем автоматичного управління [Текст] / В.А. Бесекерський. - СПб.: Професія, 2003. – 752 с.
4. Кашкаров А.П. Мікроелектромеханічні системи і елементи [Текст] / А.П. Кашкаров - М.: ДМК Пресс, 2018. – 116 с.

***Науковий керівник:** Гурін Дмитро Валерійович, асистент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки*

УДК 681

КІНЕМАТИКА 3D ПРИНТЕРІВ. ВИДИ ТА ОСОБЛИВОСТІ

Д. О. Бойко

Харківський національний університет радіоелектроніки
Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14
E-mail: dmytro.boiko1@nure.ua

Анотація: Наукова публікація присвячена видам кінематики 3D принтера. В публікації розглянуто побудова поширених кінематики їх переваги та недоліки.

Ключові слова: Кінематика, 3Dпринтер, CoreXY, екструдер, стіл.

KINEMATICS OF 3D PRINTERS. TYPES AND FEATURES

D. Boyko

Kharkiv National University of Radio Electronics
Ukraine, 61166, Kharkiv, Naukyav., 14
E-mail: dmytro.boiko1@nure.ua

Annotation: The scientific publication is devoted to the types of kinematics of the 3D printer. The publication considered with the construction of widespread kinematics of their merits and disadvantages.

Keywords: Kinematics, 3D Printer, Core XY, extruder, desk.

Технологія 3D-друку не перестає дивувати своїх послідовників. Широке використання потенціалу тривимірного друку дозволить економити кошти і час, а також підвищити продуктивність. 3D-друк - це інструмент для розширення можливостей. Таким чином, дослідження активно ведуться і можна припустити, що в найближчому майбутньому - років

через десять - застосування 3D принтерів дозволить створювати складні тривимірні проєкційні моделі будівель з точністю передачі в 100 мікрон, які особливо актуальні для наукових інститутів, адже тепер можна не тільки робити прототип, а й торкатися до нього в проведених дослідженнях.

Аналізуючи наукову літературу з цієї проблеми, не виявили його систематичного висвітлення, хоча багатьма авторами деякі аспекти створення, розвитку та застосування 3D принтерів розглядалися. Наша робота покликана довести правомірність існування технології, яка дозволить виконувати корисні завдання в науці, мистецтві, освіті, ювелірної промисловості і в багатьох інших галузях.

Ця позиція і підтверджує актуальність обраної нами теми. Таким чином, проблема дослідження полягає в теоретичному осмисленні проблеми створення та практичного використання 3D принтерів. Об'єктом дослідження є процес створення та ефективність використання кінематики 3D принтерів.

МАТЕРІАЛ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Розглянемо види кінематики 3D принтера. Що саме таке кінематика? Одна з основних частин механіки, яка розглядає рух тіл без з'ясування причин цього руху. Кінематика відповідає на питання: як рухається тіло.

Будь-який 3D принтер має свою кінематичну схему роботи. Ми знаємо, що кожен принтер має платформу і екструдер, які рухаються відносно один одного. Кінематика в 3D принтері – це схема згідно з якою рухаються екструдер і платформа. Існує дуже обмежене число кінематичних схем, під які написана прошивка, і які цілком відпрацьовують переміщення[1].

На сьогодні найпопулярнішою і найбільш використовуваною виробниками 3D принтерів, є кінематика Core XYZ (XY Head Z Bed). Коли екструдер рухається по осях XY, а стіл- по Z.[2] Ну і звичайно, найвідоміша модель, яка реалізувала дану кінематику – це всім відомий MakerbotReplicator. За допомогою двох зубчастих ременів двигун осі Y переміщує каретку осі X, на якій закріплений двигун, який, пускає в хід голівку. Все ніби як відмінно, але при цьому.

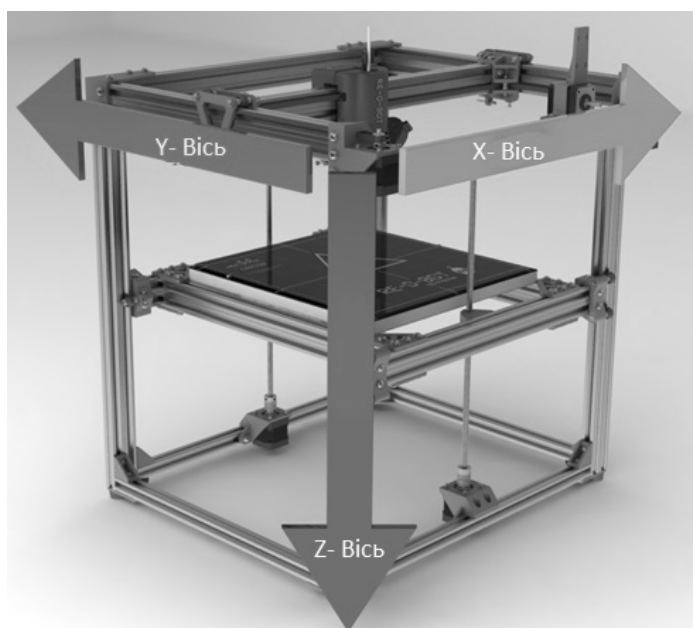


Рисунок 1 – Кінематика Core XYZ (XY Head Z Bed)

постійно необхідно пересувати туди-сюди двигун осі X, а це зайва вага, ну і треба завжди стежити за якістю натягу ременів. Всі три окремих ременя обов'язково повинні бути сильно натягнуті. В іншому випадку якісного друку отримати неможливо [2].

У кінематиці 3D принтера Ultimaker двигуни осей XY стоять нерухомо. За допомогою чотирьох великих і двох маленьких ременів і гладких загартованих валів починає рухатися друкуюча голова з дуже навіть гідної швидкістю. Як результат – якість друку у 3D принтерів

з таким чином побудованої кінематикою, одне з найкращих. Одна з найбільш поширених варіацій Cartesian кінематики. Таких принтерів не дуже багато, але вони є. Варіація від Zortrax заслуговує на увагу. Варіант того ж Raise більш наближений до класики. У Zortrax встановлені подвійні вали, причина проста - на них стоїть директ екструдер з повно розмірним двигуном Nema 17. У RaiseDual стоїть подвійний директ екструдер, тому класичні 6 мм вали замінені на 8 мм. А загальна вага становить майже 900 грам. Кінематика побудована повністю на валах. Вони виступають одночасно і як напрямні, і як шківи. Кінематика так само відноситься до Cartesian кінематики з незалежним переміщенням уздовж кожної осі своїм мотором. Дуже вибаглива до прямоти валів. Якщо використовувати криві вали можна отримати нерівності на стінках моделей. І вони будуть за всіма 3 координатами. Найчастіше це виглядає як різна товщина першого шару і невеликі хвилі по стінках. Тому висока ціна оригінальних Ultimaker тільки в якісних комплектуючих. А саме в прямих валах. Ремені використовуються часто кільцеві, що спрощує систему їх натяжки, так як важливо, щоб всі 4 ремня були однаково натягнуті [3].

Переваги кінематики:

1) Стіл рухається тільки уздовж однієї осі. Вертикальної. І градієнт температур жодним чином від цього не страждає. Стіл консольний, тому бажано передбачити ребра жорсткості або врахувати це товщиною столу.

2) При всій удаваній складності кінематичної схеми вона проста і кожна вісь переміщується за допомогою свого ж мотора.

3) Корпус закритий, що захищає від протягів, і отже деламінації. Деякі для більшого ефекту ставлять акрилову дверцята.

Мінуси кінематики:

1) Для гарної друку мало купити пачку рівних валів. Зібрати всі ці вали правильно воедино та ще задача. Заодно і купити хороші підшипники. Якщо підшипники, що ставлять в корпус будуть погано обертатися - друк буде ривками і із зсувом шарів. Так само, купуючи леопардові втулки латунні підшипники з графітовими вставками слід знати, що вони будуть люфтити. А якщо буде люфт - вся конструкція буде стукати.

2) Необхідно виставити правильно все паралелі валів.

3) Конструкція не передбачає збільшення області друку за допомогою пари шматок профілю, тому розміри хотенду мають значення. Директ важкувато поставити, але можна при бажанні [3].

Калібрувати стіл просто. Стіл часто на 3 точках кріплення. Слід переміщати хотенд по 3 точкам і крутимо баранці [4].

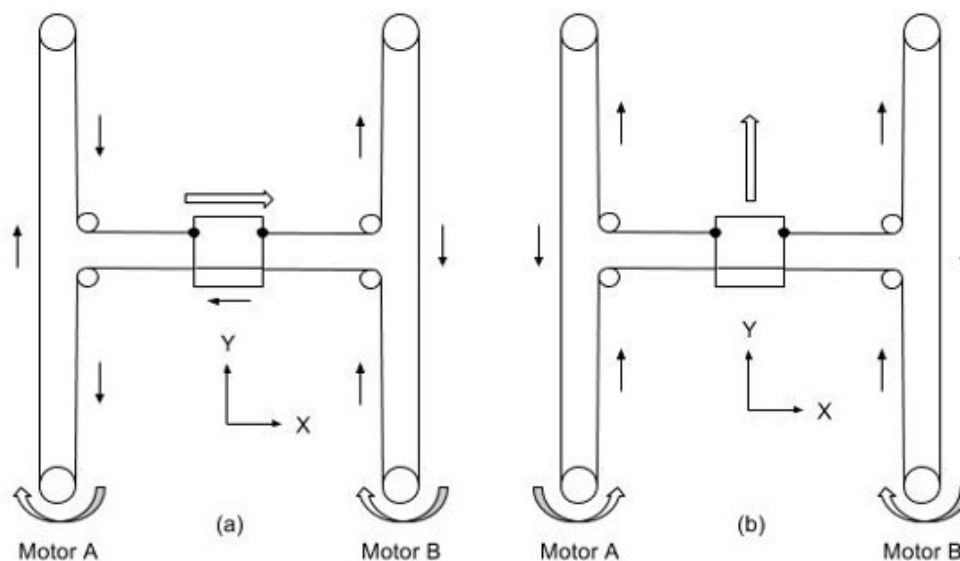


Рисунок 2 – Кінематика принтера Ultimaker

Найпоширеніша кінематика є кінематика 3D принтера Prusa Mendel: принтер побудований таким чином, що екструдер рухається по осі X (вправо-вліво) і по осі Z (вгору-вниз). Стіл ж рухається по осі Y (вперед і назад) - або XZ Head Y Bed [2].

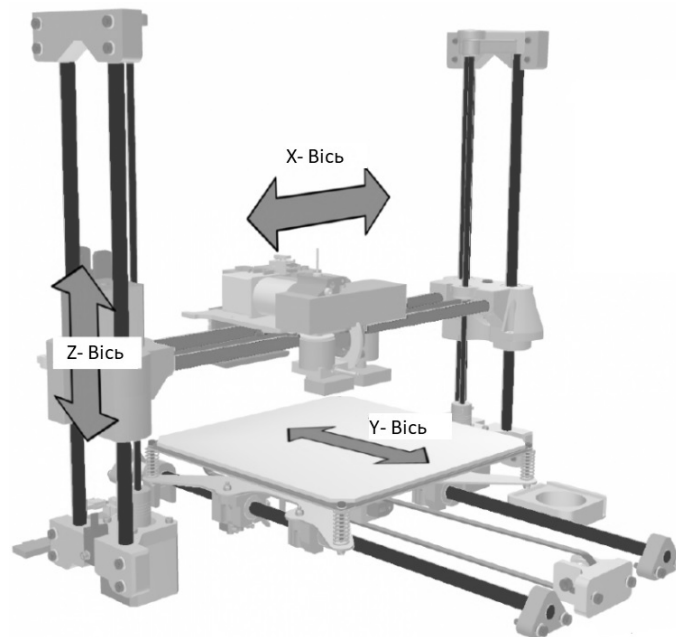


Рисунок 3 – Кінематика принтера XZ Head Y Bed

Все досить просто. Однак конструкція має дуже велику кількість кріплень, гайок, гвинтів, які вкрай важливо одночасно тримати налаштованими на правильну геометрію. У разі, якщо не використати різні фіксатори різьби і ідеально налаштували принтер - в підставі ви отримаєте якісний друк. Якщо замінити всі ці хисткі шпильки на цілісні елементи, то результат буде набагато краще. Такий варіант реалізації називається PrusaAir. Є ще Prusa i3 і ще ціла купа варіантів. У тому числі і комбіновані, в яких використовуються і цільні елементи і все ті ж різьбові шпильки. Зібрати (а найголовніше - налаштувати) такий принтер набагато простіше. Та й якість друку буде вже на рівні промислових зразків. Необов'язково робити стінки та інші елементи з акрилу за допомогою лазерного різання, або фрезерування. Можна обійтися фанерою. Найголовніше - домогтися паралельності / перпендикулярності осей [2]. Головним недолік такої кінематики є рух столика, він рухається тільки по одній осі Y з дуже великою швидкістю і якщо друкувати габаритні об'єкти з вини інерції – це може привести до деламінації. Це явище гальмує появу 3D принтерів великого розміру. Користувачі борються з деламінацією застосуванням різних сильних клейових складів, які частково вирішують проблему, але виникає нова проблема - відділення деталі від столу. Чим сильніше адгезія вашого складу тим більше шансів зіпсувати саму деталь і навіть поламати скло при відділенні деталі [5].

Головними перевагами є:

- 1) Незалежне переміщення кожної з осей. Легко зрозуміти яка вісь пропускає кроки. Кінематика переключувалася в принтери від фрезерних ЧПУ, тому багато виробників роблять на ній настільні фрезерні верстати, замість екструдера пропонують встановити лазер для гравіювання або різання, шпиндель для фрезерування плат, екструдер для шоколаду або навіть тіста, щоб пекти млинці.
- 2) Кінематика проста. Її дуже просто зібрати. Багато хто навіть збирають на старих DVD дисководах.
- 3) Легко змінюється під свої потреби, розмір екструдера має невелике значення, так як він виступає вперед і не заважає руху інших частин. Багато хто ставить другий екструдер,

або роблять сопла хитними, що б залишки пластику одного екструдера не залишалися на деталі, при друку другим соплом [5].

XY від компанії Makerbot. В даному 3D принтері екструдер рухається по осі X і Y, а стіл тільки по осі Z. Таку кінематику часто використовують в різних мікрофрезерних верстатах, адже куди простіше де набагато легше рухати маленьку заготовку (об'єкт друку), ніж важкий інструмент (екструдер). Основний недолік полягає в тому, що на рухомій балці з одного боку висить двигун, створюючи дисбаланс. Цей недолік компенсували в двох екструдерном варіанті - BCN3D Sigma. Там у кожній bowden-голови для переміщення уздовж балки є свій двигун. І вони встановлені по краях балки і врівноважують один одного. Для рівномірного переміщення кожного з країв балки застосовується 2 вали, шківів і ременів. Ремені необхідно натягувати однаково [1].

Переваги кінематики:

- 1) Незалежне переміщення кожної з осей.
- 2) Стіл який рухається по осі Z.
- 3) Закритий корпус. Якщо не закритий, тобто цілком нормальний з точки зору естетики шанс закрити його.
- 4) Масштабованість кінематики можлива. Різні BigREP з метровими областями друку використовують саме цю кінематику, так як різні H-bot / CoreXY будуть дзвеніти через наявність 4-5 метрових ременів і їх розтягування під час прискорень.

Недоліки кінематики:

- 1) Неврівноважені маси на рухомій балці, звідси максимальна швидкість друку, з прийнятною якістю не більш 60-80 мм / с.
 - 2) Громіздкі конструкції на валах, щоб уникнути дисбалансу при переміщеннях.
 - 3) Необхідно стежити, щоб натяг ременів справа і зліва були однакові [6].
- Далі Delta, родоначальником якої є Rostock. Кінематика заснована на рухах дельта-робота.

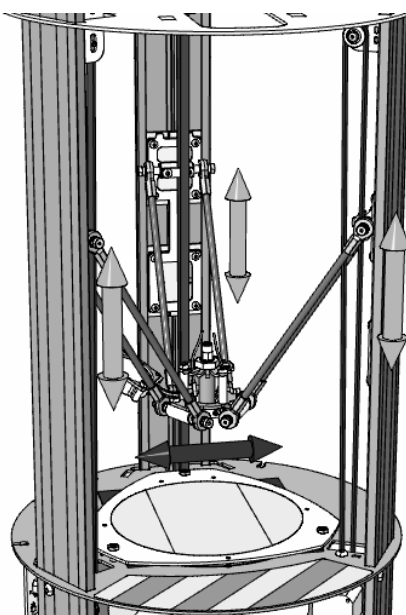


Рисунок 4 – Кінематика принтер Delta

3D принтер Delta – стіл стоїть міцно зафіксований, а екструдер рухається по всіх трьох осях – мабуть, чи не єдина кінематика, яка має повноправну назву 3D. Пріоритетом в таких принтерах – це велика швидкість. Головне щоб потужності двигунів вистачило. Але є і недолік. Для руху по кожній із осей – в дії повинні прийти всі три двигуни одночасно. У цьому випадку висока ймовірність накопичення сумарної помилки в точності позиціонування, яка, крім всіх нюансів, дуже сильно залежить від наявності люфтів в шарнірах плечей. Щоб позбутися від вищезазначених люфтів зазвичай використовують кульові наконечники [2].

Переваги кінематики Delta:

- 1) Легко модернізується. Для збільшення висоти досить прикупити 3 шматки профілю достовірніше, і збільшити максимальну висоту в налаштуваннях.
- 2) Займає мало місця. Вона частіше висока, ніж громіздка по довжині і ширині, за рахунок цього компактність.
- 3) Якщо зробити легкий ефектор (каретка, на якій встановлений хотенд), то можна добитися великих швидкостей без втрати якості друку.
- 4) Переміщення по висоті не відрізняється від переміщення по XY. Таким чином, немає залипання лінійних підшипників на переїздах столу, як у Cartesian принтерів, зайвих двигунів, що рухається на балці ...
- 5) Відсутність виступаючих частин дає можливість закрити корпус і надати рамі жорсткості.

Недоліки кінематики Delta:

- 1) Складна математика переміщень, рекомендується ставити відразу 32-бітові плати.
- 2) Складна настройка. Часта проблема в налаштуванні - прибрати так звану лінзу, адже кожен стержень обертається з радіусом, і при некоректній настройці друкуєма площина буде або опуклою, або увігнутою лінзою.
- 3) Складно і дорого зробити жорстку раму, що б її не розхитувало від постійних рухів кареток.
- 4) Складність установки директ-екструдера. Він виходить важким, а так як багато дельти робляться на магнітах, то не буде можливості розігнатися. Хоча, є одне акуратне і легке рішення - установка готового директ-екструдера з редуктором. Як, наприклад E3D TitanAero або Bondtech BMG.
- 5) Проблеми точності виготовлення деталей - будь-які нерівності буде видно, навіть якщо вони на одній осі. І вони складаються по осях [6].

Розглянувши всі схеми кінематики 3D принтерів, вирішили виділити PrusaMendel і Core XYZ схеми, оскільки саме вони мають максимальною точністю і якістю друку. Ці принтери весь час вдосконалюються і допрацьовуються, з ними приємно і легко працювати.

ЛІТЕРАТУРА

1. DIY 3D Printers. Або як вибрати принтер для самостійної збірки [Електронний ресурс]; режим доступу (<http://3dtoday.ru/blogs/tiger/prism-mini-uncut-the-history-of-creation/>); дата використання [01.11.2019].
2. Кінематика 3D принтерів. Види і особливості. Робимо свій вибір [Електронний ресурс]; режим доступу (<https://3dprinter.ua/kinematika-3d-printerov-vidy-i-osobennosti-delaem-svoj-vybor/>); дата використання [03.11.2019].
3. Кінематика принтера. Що краще? [Електронний ресурс]; режим доступу (http://infinum3d.blogspot.com/2014/04/blog-post_18.html); дата використання [04.11.2019].
4. 3D друк для самих новеньких. Від А до Я. Кінематика. [Електронний ресурс]; режим доступу (<http://3dtoday.ru/blogs/dagov/3d-printing-for-beginners/>); дата використання [05.11.2019].
5. Принтер з кінематикою CoreXY (частина 2) [Електронний ресурс]; режим доступу (<http://3dtoday.ru/blogs/mad-73rus/printer-with-corexy-kinematics-part-2/>); дата використання [03.11.2019].
6. Простий спосіб боротьби з деламінацією [Електронний ресурс]; режим доступу (<http://3dtoday.ru/blogs/sergey225/a-simple-way-of-dealing-with-delamination/>); дата використання [04.10.2019].

Науковий керівник: Разумов-Фризюк Євгеній Анатолійович, к.т.н., доцент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки

3D ПРИНТЕР. НАЛАШТУВАННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ XYZ ОСЕЙ ТА ЕКСТРУДЕРУ

Д. С. Близнюк

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: danylo.blyzniuk@nure.ua

Анотація: 3D принтер з будь-якою кінематикою має залежність точності від налаштувань програмного забезпечення. Так як на якісні показники 3D друку принтерів збудованих за технологією FFF, FDM впливає досить велика кількість параметрів, один з найбільших впливів надає програмне забезпечення.

Ключові слова: 3D, принтер, прошивки, екструдери, налаштування.

3D PRINTER. SETTING UP MOVEMENTS OF XYZ AXIS AND EXTRUDERS

D. Blyzniuk

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky., 14

E-mail: danylo.blyzniuk@nure.ua

Annotation: A 3D printer with any kinematics depends on the accuracy of the software settings. Since the quality indicators of 3D printers build by FFF, FDM technology affect quite a number of options, one of the most influential is software.

Keywords: 3D. printer. firmware. extruders. setups.

Точності 3D друку залежить від налаштувань програмного забезпечення яке в свою чергу прямо або відносно залежить від таких параметрів: швидкість механічних переміщення (feedrate), температура друку (температура початку, кінця друку, ПД регуляція), ривків, step per unit (крок двигуна), acceleration (прискорення переміщень). А також налаштування крайніх положень екструдерів в кінематиці Dual X Carriage. До точності друку також відноситься правильність налаштування програми слайсера під різні види пластику, температури екструзії, висоти шару і тд. [1].

МАТЕРІАЛ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

1. Налаштування різних ривків

Ривок – це те, що додає принтеру деяких різних рухів (рис. 1). Це різниця швидкості між двома рухами, яка може бути досягнута без прискорення. Ривок впливає на початкову швидкість.



а – ривок, б – максимальний ривок

Рисунок 1 – Приклади ривку

Так, якщо є значення ривку 20, перший крок почнеться з 10мм/с. З іншого боку ривок контролює швидкість приєднання для послідовних сегментів. На рисунку 1 два приклади. Ривок – це різниця двох швидкостей. Приклад 1 показує ривок значення якого вище ніж дозволено. У цьому випадку планувальник рухів зменшить швидкість відповідно до максимально дозвільної швидкості. Приклад 2 має більш низьку зміну напрямку, тому ривок знаходиться в межах допустимого і планувальник дозволяє рухатися з повною швидкістю переміщення.

Ривок задається за допомогою двох значення:

```
#define MAX_JERK 20.0
```

```
#define MAX_ZJERK 0.3
```

MAX_JERK призначено для переміщення по осі x / y, а MAX_ZJERK для переміщення в осі Z.

Плюси високих значень ривка:

- а) скорочується час друку.
- б) друк показує менше крапель.

Плюси низьких значень ривка в тому що:

- а) менше механічного навантаження на принтер.
- б) рухи більш плавні.
- в) філамент має кращу адгезію при зміні напрямку друку.
- г) зменшує шум принтера.
- г) втрачаються кроки з більш високими значеннями.

2. Налаштування планувальника шляхів (рис. 2)

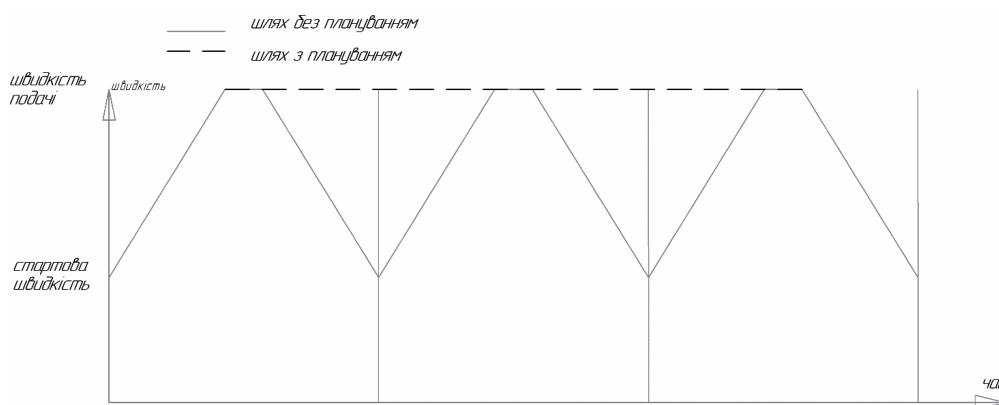


Рисунок 2 – Планування шляхів

Планування шляхів робить принтер більш плавним. Рисунок 2 відображає друк трьох рядків. Без планування шляхів принтер повинен слідувати за повноцінною лінією контуром. Для кожного сегмента він прискориться до заданої швидкості подачі і повернеться до максимально допустимої кінцевої швидкості. Планувальник шляхів шукає попередні ходи, які не виконуються зараз, і намагається видалити сповільнення або прискорення між з'єднаннями лінії, що призводить до більш гладкої пунктирної лінії. Для кожного з'єднання лінії розраховується максимально допустимий ривок і скорочується швидкість, якщо це необхідно для зменшення ривку. У більшості випадків це все ще набагато швидше, ніж швидкість запуску або зупинки. У колах, швидше за все, не буде зниження швидкості. Єдина погана річ в плануванні шляхів – це необхідність розрахунку часу [2].

Для кожного нового сегмента лінії алгоритм повинен оновити старі записи. Для нормальних рухів, це не важливо та відбувається занадто швидко. Тільки якщо існує багато дуже коротких рухів, час оновлення стає домінуючим, а програмне забезпечення має уповільнити друк. На поведінку впливає наступний параметр конфігурації:

MOVE_CACHE_SIZE (за умовчанням 16)

Тобто розмір буфера для поточно обробленого сегмента і наступних ходів. Якщо є 8кб вільної оперативної пам'яті, можливо збільшити її до 24, якщо необхідно. Це може зробити друк більш гладким, якщо вони мають багато маленьких рядків.

MOVE_CACHE_LOW (за умовчанням 10)

Планувальник шляхів має деякі фокуси для запобігання порожнім буферам. Перший – зробити мінімальний час руху за сегмент. Якщо буфер має тільки MOVE_CACHE_LOW або менше сегментів, кожен сегмент уповільнюється, якщо в іншому випадку він буде меншим. Для типових друкованих файлів буфер завжди має MOVE_CACHE_SIZE або MOVE_CACHE_SIZE–1 переміщується, а звичайні проходи достатньо довгі, щоб зниження швидкості не потребувалося. Це налаштування ефективно лише для дуже коротких рухів. Більш високі значення можуть збільшити вартість обчислення в екстремальних ситуаціях.

LOW_TICKS_PER_MOVE (за умовчанням 250000)

Мінімальний час у тактах процесорів, кожен сегмент повинен мати, якщо кеш низький. Значення за замовчуванням означає, що в секунду буде надруковано 40 сегментів.

3.Налаштування згладжування траєкторії руху

Програмне забезпечення використовує алгоритм Брезенхема (рис. 3) для обчислення осей x, y, z і е. Він приймає ось з найбільшою кількістю необхідних кроків і рухається по кроках цієї осі. На цих кроках програмне забезпечення перевіряє, якщо інші осі також потребують кроку. Що відбувається, час первинної осі є ідеальним, в той час як залежні осі тільки оновлюються у дискретних точках, але не в найкращий час.

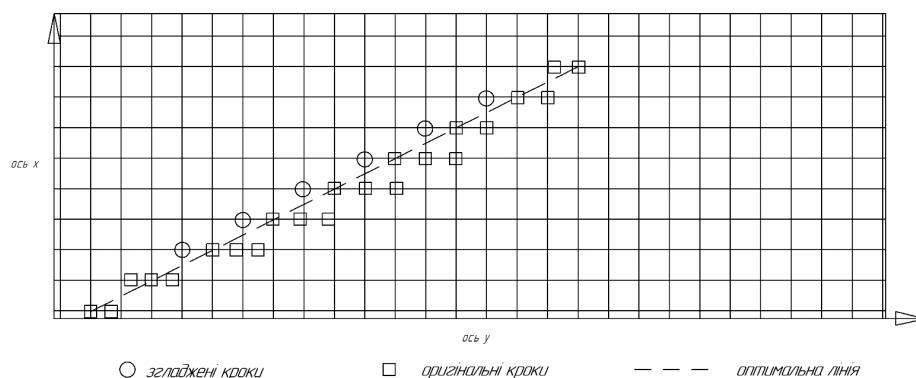


Рисунок 3 – Алгоритм Брезенхема

Це надає невеликої вібрації до залежної осі. Щоб зменшити цей ефект, програмне забезпечення може виконувати напівкроки на основній осі. Ціна цього подвійне обчислення для крокового оновлення. З метою безпеки ця поведінка ввімкнена, лише якщо найкоротший час між двома повними кроками перевищує MAX_HALFSTEP_INTERVAL тиків (за замовчуванням 1999). Це дозволяє згладжувати з частотою 8000 герц. Якщо 80 кроків / мм, можливо друкувати до 100 мм / с та користуватися ефектом згладжування.

5. Налаштування швидкості

Спочатку слід зрозуміти з якою максимальною швидкістю може працювати принтер. Більшість принтерів можуть обробляти 100мм / с (окрім осі z, що набагато повільніше для більшості типів принтерів). 200мм / с є середньою швидкістю, з якою може працювати більшість принтерів. Швидкі принтери досягають 500 мм / с. Необхідно перевірити ці значення, коли встановлене програмне забезпечення. Необхідно зменшувати швидкість друку на 20-30% від максимально вирахованої. Можлива втрата кроків двигунів через занадто швидкий друк [3]. Струм двигуна також впливає на швидкість. Необхідно мати на увазі, що високий струм нагріває двигуни та драйвери, що також може призвести до втрати кроків.

```
#define MAX_FEEDRATE_X 200
```

```
#define MAX_FEEDRATE_Y 200
```

```
#define MAX_FEEDRATE_Z 1600
```

Далі йде швидкість наведення. Це значення має бути набагато нижчим, ніж максимальне. Принтер повинен негайно зупинитися, коли спрацьовує кінцевий датчик зупинки. Тому беруться значення, які дозволяють зупинитися без уповільнення [4].

```
#define HOMING_FEEDRATE_X 40
```

```
#define HOMING_FEEDRATE_Y 40
```

```
#define HOMING_FEEDRATE_Z 2
```

Програмне забезпечення розрізняє звичайні переміщення та рух при друці. Звичайні переміщення не впливають на якість друку, тому тут можна використовувати більш високі значення. Для осі x і y 500 мм / с2 повільно, 1000мм / с2 помірне значення для плавного друку і 3000 мм / с2 добре для швидкого руху.

```
#define MAX_ACCELERATION_UNITS_PER_SQ_SECOND_X 1500
```

```
#define MAX_ACCELERATION_UNITS_PER_SQ_SECOND_Y 1500
```

```
#define MAX_ACCELERATION_UNITS_PER_SQ_SECOND_Z 100
```

```
#define MAX_TRAVEL_ACCELERATION_UNITS_PER_SQ_SECOND_X 3000
```

```
#define MAX_TRAVEL_ACCELERATION_UNITS_PER_SQ_SECOND_Y 3000
```

```
#define MAX_TRAVEL_ACCELERATION_UNITS_PER_SQ_SECOND_Z 100
```

4. Налаштування крокових таймінгів

Стандартні значення для крокових таймінгів працюють відмінно з мікросхемами драйверів Allegrostepper, які використовуються на більшості RepRaps. Необхідно змінювати його якщо використовується інший драйвер, який потребує більш повільних таймінгів.

Сигнал кроку, як правило, зберігається високим близько 2 мкс, залежно від ситуації. Можливо збільшити цей час за допомогою

```
#define STEPPER_HIGH_DELAY 0
```

Одиниці вимірювання в мкс.

Реальна межа для точного позиціонування крокових імпульсів становить близько 16000 Гц. При такій швидкості більше 80% часу обчислення витрачається в кроковій площині і не залишає багато місця для інших завдань. Хитрість полягає в тому, щоб збільшити в два або чотири рази число крокових сигналів в одному обчисленні. Частота, де це починається, є

```
#define STEP_DOUBLER_FREQUENCY 10000
```

Якщо частота вище, то це значення програмного забезпечення подвоїть кроки для частот 10000-20000 Гц та дозволить використовувати чотириразові кроки вище 20000 Гц.

Якщо активовано подвійний / чотириразовий степінг, послідовні кроки відкладаються

```
#define DOUBLE_STEP_DELAY 1 // час у мкс
```

5. Налаштування блоку екструдеру

```
#define NUM_EXTRUDER 1
```

Програмне забезпечення розраховане на підтримку 2 або 3 екструдерів. Ця функція не протестована добре, тому ніхто не зможе сказати, чи буде він працювати.

Якщо в принтері є другий екструдер, потрібно скопіювати визначення EXT0_ і перейменувати їх в EXT1_ для конфігурації другого екструдера.

```
#define EXT0_X_OFFSET 0
```

```
#define EXT0_Y_OFFSET 0
```

Команди друку засновані на одній позиції для всіх інструментів. Перемикання екструдера необхідно для переміщення головки, тому другий екструдер знаходиться точно в положенні першого екструдера. Ці координати відрізняються від положення першого екструдера.

```
#define EXT0_STEPS_PER_MM 373
```

Скільки кроків робить необхідно зробити двигуну для переміщення нитки 1 мм. Це число для нитки, що входить, а не виходить.

```
#define EXT0_TEMPSENSOR_TYPE 5
```

Який тип датчику використовується в екструдері. Файл конфігурації містить список можливих значень.

```
#define EXT0_TEMPSENSOR_PIN 0
```

Цей параметр є складним і часто викликає неправильні конфігурації. З історичних причин його називають PIN-кодом, але це не PIN код. Це положення в масиві джерел аналогових входів. У цьому масиві зберігається справжній код. У 99,9% 0 тут правильна відповідь.

```
#define EXT0_HEATER_PIN HEATER_0_PIN
```

Який пін вмикає блок нагрівача. Він працює з будь-яким піном. Можливість управління через PWM не потрібна для використання PID на виході.

```
#define EXT0_STEP_PIN E_STEP_PIN
```

Який пін переміщує кроковий двигун на один крок далі.

```
#define EXT0_DIR_PIN E_DIR_PIN
```

Який пін визначає напрямок повороту екструдера.

```
#define EXT0_INVERSE
```

Якщо ваш екструдер повертається в неправильному напрямку, змініть значення на true.

```
#define EXT0_ENABLE_PIN E_ENABLE_PIN
```

Прикріпіть, щоб активувати / деактивувати кроковий двигун екструдера. Для інвертування пінів з активацією степер двигунів (ActiveLow) використовуйте 0, NonInverting (ActiveHigh) використовуйте 1

```
#define EXT0_ENABLE_ON
```

Для інвертування шпильок включити степпер (активний низький)

використовувати помилкові, без інвертування (ActiveHigh) використання істинного.

```
#define EXT0_MAX_FEEDRATE 1500
```

Максимальна швидкість подачі екструдера в мм / хв.

```
#define EXT0_MAX_START_FEEDRATE 18
```

Початкова швидкість подачі в мм / с екструдера. Нормальна швидкість подачі становить 12-20мм / с залежно від сили двигуна, типу тертя і екструдера. Якщо екструдер зупиняється на втягуванні філаменту з самого початку, необхідно зменшити це значення.

```
#define EXT0_MAX_ACCELERATION 6000
```

Прискорення екструдера в мм / с².

```
#define EXT0_HEAT_MANAGER 1
```

Тип теплового менеджера для цього екструдера.

0 = Просто увімкніть / вимкніть при досягненні температури. Працює завжди.

1 = Контроль температури через ПІД регулятор.

Цей метод дає більш стабільні результати з хорошим встановленням параметрів PID.

```
#define EXT0_WATCHPERIOD 20
```

Зачекати x секунд після досягнення цільової температури. Використовується тільки для M109.

```
#define EXT0_PID_INTEGRAL_DRIVE_MAX 130
```

Максимальне значення I-gain може сприяти виведенню.

Залежно від нагрівача ці значення можуть змінюватися. Якщо принтер не може утримувати цільову температуру або не досягає її, необхідно збільшити це значення-

```
#define EXT0_PID_INTEGRAL_DRIVE_MIN 50
```

Менше значення для інтегрованої частини. Щоб запобігти тривалому відхиленню від цільової зони, це значення обмежує нижнє значення.

```
#define EXT0_PID_PGAIN 500
```

P-коефіцієнт посилення в 0,01 одиниць.

```
#define EXT0_PID_IGAIN 1
```

I-посилення в 0,001 одиниці.

```
#define EXT0_PID_DGAIN 3000
```

D-коефіцієнт посилення в 0,01 одиниць.

```
#define EXT0_PID_MAX 255
```

Максимальний час увімкнення нагрівача. $Max = 255$. Це працює тільки з PID. Потужність, розсіяна нагрівальним резистором, становить U^2 / R . Якщо збільшити напругу, резистор може пошкодитись, якщо використовується все ще повна потужність.

```
#define EXT0_ADVANCE_K 0.0f  
#define EXT0_ADVANCE_L 0.0f
```

ЛІТЕРАТУРА

1. Настройка и калибровка 3D-принтера [Електронний ресурс]; режим доступу (<https://roboton.ru/articles/nastroyka-i-kalibrovka-3d-printera>); дата використання [03.11.2019].
2. Калибровка осей [Електронний ресурс]; режим доступу (<https://3dtoday.ru/blogs/dreamerslava/calibration-of-the-axes/>); дата використання [4.11.2019].
3. Calibrating Filament Diameter, Nozzle Temperature, and Extrusion Multiplier [Електронний ресурс]; режим доступу (<http://www.neufeld.newton.ks.us/electronics/?p=1750>); дата використання [5.11.2019].
4. Extruder Calibration tutorial [Електронний ресурс]; режим доступу (<https://www.inov3d.net/extruder-calibration/>); дата використання [7.11.2019].

Науковий керувник: Разумов - Фризюк Євгеній Анатолійович, к.т.н., доцент кафедри КІТАМ Харківського національного університету

УДК 681

ЯКІСТЬ ДРУКУ ФОТОПОЛІМЕРНОГО 3D ПРИНТЕРА

Р. Є. Стрілець

Харківський національний університет радіоелектроніки
Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14
E-mail: Roman.Strilets@nure.ua

Анотація: В даній статті розглядаються фактори від яких залежить якість друку на 3D-принтері по технології LCD. Проаналізована залежність кожного із факторів на якість друкованого виробу. Розглянуто шляхи підвищення якості друку.

Ключові слова: LCD, 3D, друк, фотополімер, якість, настроювання, покращення, слайсер, G-Code, . firmware.

QUALITY PRINTING ON PHOTOPOLYMER 3D PRINTER

R. Strilets

Kharkiv National University of Radio Electronics
Ukraine, 61166, Kharkiv, Naukyav., 14
E-mail: Roman.Strilets@nure.ua

Annotation: This article reviewed the factors that affect the quality of printing on a 3D printer using LCD technology. The dependence of each of the factors on the quality of the printed product is analyzed. Ways to improve print quality are considered.

Keywords: DLP, 3D, print, photopolymer, quality, tuning, precision, slicer, G-Code.

Сьогодні розвиток 3D друку отримав широке розповсюдження по всьому світу, за рахунок високій якості, відносної простоти використання, широкого вибору матеріалів, із яких можливо виробляти різні за призначенням, за умовами використання виробу. Основне місце використання 3D друку побут та наука. У побуті широке розповсюдження отримали різні інтер'єрні елементи за рахунок досить низької вартості матеріалів, високої надійності

та простоті виготовлення. В науці 3D друк використовується для локального моделювання різних макетів, з різниці фізичними характеристиками та властивостями, друк дешевих та надійних корпусів та механічних елементів, що дає змогу провести перевірку готового виробу до виготовлення в багатосерійних масштабах. Також 3D друк використовується в медичних цілях, для побудови космічних кораблів, будинків та їстівних виробів. 3D друк дає можливість друкувати, починаючи з полімерів та закінчуючи клітинами шкіри з повною сумісністю. Таким чином можливо зробити висновок, що 3D друк на сьогодні є багатофункціональною технологією, що може значною мірою допомогти людині у всіх областях життя але потребує значного здешевлення та вдосконалення технологій.

На сьогодні існує багато технологій 3D друку, однією з них є фотополімерний 3D друк, що дозволяє друкувати модель з роздільною здатністю менше 10 мікрон по вертикалі та 25 мікрон по горизонталі. В якості матеріалу дана технологія використовує фотополімер, матеріал, що під дією ультрафіолетового випромінювання переходить із рідкого стану в твердий. Дана технологія має 3 підтехнології, що мають різний принцип побудови слою. Перша підтехнологія використовує лазер для побудови моделі, він послідовно проходить шар моделі, далі йде піднімання платформи на рівень другого слою. Таким чином утворюється модель. Друга підтехнологія використовує проектор, що відображує шар з одночасним впливом на фотополімер ультрафіолетовим випромінюванням. Третя підтехнологія використовує у своєму складі ультрафіолетову світлодіодну матрицю та LCD екран, що пропускає ультрафіолет лише через білі пікселі. Таким чином кожна підтехнологія має свої переваги та недоліки. Технологія, що використовує лазер в якості впливу на фотополімер має саму високу вартість порівняно з іншими підтехнологіями, має складну будову, та потребує високу точність у виробництві принтера. Перевагою даної технології є висока точність друку, що дозволяє друкувати моделі з розширенням 16 мікрон по всім координатам. Технологія що використовує проектор у своєму складі може друкувати моделі зі значно високою швидкістю друку порівняно з іншими підтехнологіями, за рахунок встановленої у проектор лінзи має значне підвищення розширення по осі XY, є досить недорогим рішенням та може використовуватися у побуті. Для роботи даної технології виконується вдосконалення проектора, з якого видаляють кольорові фільтри. Значно нижча складність вироблення принтеру порівняно з лазерною технологією.

Технологія з використанням LCD матриці (рис. 1) є найновішою, має великі можливості до вдосконалення за рахунок майбутнього розвитку LCD екранів. Є найдешевшим варіантом з усіх підтехнологій, горизонтальна роздільна здатність друку залежить більшим чином від світлодіодної матриці та екрану. З використанням 4K екрану можливо отримати розширення по осі XY від 25 мікронів. Використання високоточної механіки покращує розширення друку на всіх підтехнологіях та становить на даний момент від 10 мікронів [1].



Рисунок 1 – Процес друку моделі за технологією LCD

Так як підтехнологія LCD є однією з найновіших та має великі можливості до вдосконалення є сенс визначити фактори програмні та електричні, що впливають на кінцеву якість друку моделі. Фотополімерний принтер має в своєму складі такі електричні елементи: кроковий двигун, драйвер крокового двигуна, світлодіодна матриця, плата управління, LCD екран.

Кроковий двигун. Кроковий двигун значною мірою впливає на вертикальне розширення друку моделі. Однією з його характеристик є кут повороту валу за один імпульс. Наприклад кроковий двигун Nema 17 має 1.8° , що дає можливість розбити повний оберт на 200 повних кроків, що дає змогу отримати на повних кроках розширення друку у 200 мікрон. Також ще однією характеристикою що впливає на друк є сила, з якою двигун може виконувати оберт. Це впливає значною мірою на вагу моделі, яка при використанні LCD екранів з діагональною матрицею у 32" може досягати значних величин та при перевищенні цього параметру, кроковий двигун не зможе здійснити перехід на інший шар, що унеможливить створення моделі за заданою програмою (рис. 2).



Рисунок 2 – Порівняння виготовленої моделі по технологіям DLP та SLS

Другим параметром що впливає на вертикальне розширення друку є драйвер крокового двигуна, що дає можливість управляти кроковим двигуном та дробити крок двигуна на частини: $1/128$, $1/64$, $1/32$, $1/16$, $1/8$, $1/4$, $1/2$. Також деякі драйвера мають можливість програмно дробити крок ще на $1/128$, що дає вертикальне розширення у 5 мікрон. Також значною мірою на вертикальне розширення впливає механізм пересування платформи. Деякі види пересування не зможуть дати високу точність.

Наступним елементом у складі принтера, що впливає на швидкість засвітлення, та на вибір фотоплімера для друку є світлодіодна матриця. Вона впливає на фотополімер ультрафіолетовим випромінюванням. Характеристикою світлодіодної матриці від якої залежить вибір фотоплімера є довжина хвилі ультрафіолетового випромінювання. Можливо використовувати матриці з довжиною хвилі від 350 нм до 365 нм, від 365 нм до 405 нм і від 405 нм до 450 нм. Наступним параметром є потужність матриці, від даного параметра залежить потужність світлового потоку, від якого залежить швидкість полімеризації фотоплімера. Наступним параметром є кут розсіювання світла, що при високих значеннях дає високе паразитне засвітлення, що в свою чергу збільшує розширення друку по осі XY. Для нівелювання даного параметру використовують різні оптичні системи, що будуть направляти світло на робочу площину. В якості цих систем можуть використовуватися рефлектор, лінза Френеля (рис. 3), та встановлення окремих світлодіодів, що мають кут розсіювання 1.8° у виді матриці але на всю площину.

LCD екран відображає шар моделі. Проходження ультрафіолетового випромінювання можливо лише через білі пікселі, які не перешкоджають проходженню УФ випромінювання, таким чином створюється чорно-білий шар моделі. Екран впливає на розширення XY, на даний момент широко використовуються екрани з розширенням 1440×2560 пікселів, що дає

47 мікрон розширення по горизонталі, подальше вдосконалення екрану дозволить зменшити дане розширення до 25 мікрон і менше.



Рисунок 3 – Принцип відображення за допомогою лінзи Френеля

В результаті аналізу конструкції принтера, та елементів, що впливають на якість друкованої моделі, було визначено, що дана конструкція принтера є недосконалою та потребує подальшого вдосконалення, Елементи, що потребують вдосконалення: LCD екран; світлодіодна матриця, кроковий двигун, драйвер крокового двигуна, оптична система світлодіодної матриці. В результаті вдосконалення, характеристики принтера збільшуються в два рази та можуть дати розширення по вертикалі: 10 мікрметрів, по горизонталі 25 мікрметрів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Основные методы и виды 3D-печати [https](https://www.2d-3d.ru/opisanie-programm/1536-osnovnyie-metody-3d-pechati.html)[Електронний ресурс]; режим доступа (www.2d-3d.ru/opisanie-programm/1536-osnovnyie-metody-3d-pechati.html) дата использования [7.11.2019].
2. Технология DLP и SLA и что есть качество печати [Електронний ресурс]; режим доступа (3dtoday.ru/blogs/igo3d-russia/technology-dlp-and-sla-and-what-is-the-print-quality/) дата использования [7.11.2019].
3. Фотополимерные смолы Stratasys [Електронний ресурс]; режим доступа (3dtoday.ru/wiki/smola_stratasys/) дата использования [7.11.2019].
4. DLP – высокие показатели точности печати [Електронний ресурс]; режим доступа (www.3d-format.ru/technologies/dlp/) дата использования [7.11.2019].
5. Технология DLP 3d Печати: Преимущества И Недостатки [Електронний ресурс]; режим доступа (3d.com.ua/2016/технология-dlp-3d-печати-преимущества-и-не/) дата использования [7.11.2019].
6. Цифровая светодиодная проекция (DLP) [Електронний ресурс]; режим доступа (3dtoday.ru/wiki/DLP_print/) дата использования [7.11.2019].
7. Обзор SLA 3D принтера KLD-LCD1260 – доступная и качественная стереолитография, сравнение технологий. [Електронний ресурс]; режим доступа (3dprinter.ua/kld-lcd1260-review/) дата использования [7.11.2019].
8. Магазин 3D-принтеров [Електронний ресурс]; режим доступа (3dreams.com.ua/product-category/detali_3d_printerov/) дата использования [7.11.2019].
9. С каким качеством могут печатать 3d-принтеры? [Електронний ресурс]; режим доступа (3dpt.ru/blogs/support/quality) дата использования [7.11.2019].

Науковий керівник : Разумов-Фризюк Євгеній Анатолійович, доцент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки

АНАЛІЗ ТА ВИБІР МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ПОБУДОВИ НЕСУЧОЇ КОНСТРУКЦІЇ 3D-ПРИНТЕРУ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ DLP

К. І. Гладських

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14

E-mail: kyrylo.hladskykh@nure.ua

Анотація: В даній статті розглядаються основні матеріали для побудови несучих конструкцій малогабаритних установок з ЧПУ. Проведено аналіз даних матеріалів, а саме: фанери, сталевго профілю, верстатного алюмінієвого профілю. Було виявлено переваги та недоліки даних матеріалів. Було обрано матеріал для побудови 3D-принтеру за технологією DLP.

Ключові слова: 3D-принтер, DLP, верстатний алюмінієвий профіль, ЧПУ.

ANALYSIS AND SELECTION OF MATERIAL FOR BUILDING A DRIVE CONSTRUCTION OF A 3D PRINTER BY DLP TECHNOLOGY

K. Hladskykh

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: kyrylo.hladskykh@nure.ua

Annotation: This article deals with the basic materials for constructing load-bearing structures of small CNC installations. The analysis of these materials, namely: plywood, steel profile, machine aluminum profile. The advantages and disadvantages of these materials were identified. The material was chosen to build a 3D printer using DLP technology.

Keywords: 3D printer, DLP, machine aluminum profile, CNC.

Найбільш поширена технологія друку серед адитивного виробництва – це метод стереолітографії. До такого виду виробництва відноситься 3D-принтер за технологією DLP, який для побудови об'єктів використовує рідкі фотополімерні смоли, що застигають під впливом ультрафіолетового випромінювання. Такий принтер застосовується у ювелірній сфері, для виготовлення майстер моделей, у стоматології для прототипування. 3D-принтер за технологією DLP може друкувати шари товщиною до 10 мкм. Один із факторів, який може забезпечити таку точність друку – це максимізація жорсткості конструкції, щоб зменшити до мінімуму вібрації, які буде створювати двигун при переміщенні робочого стола.

В якості основи корпусу були розглянуті наступні види матеріалів:

- із деревини;
- сталевий профіль;
- верстатний алюмінієвий профіль.

Найчастіше при створенні малогабаритних установок з ЧПУ в основі корпусу застосовують матеріали із деревини. Такі матеріали є одним із доступних і простих конструкційних матеріалів, серед яких популярність, при створенні домашніх ЧПУ верстатів, отримала фанера.

Цей дерев'яний матеріал представляє із себе кілька накладених один на одного і склеєних листів луценого шпону. При цьому кожен лист шпону розташовується так, щоб волокна деревини лежали перпендикулярно попередньому листу. Саме тому фанера володіє такою високою міцністю і більш стабільно утримує форму в порівнянні зі звичайною деревиною.

При склеюванні листів використовується смоляний клей на основі фенолформальдегіда, чим забезпечується висока міцність і висока ступінь вологостійкості (рис. 1) [1].



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд фанери

Але цей вид матеріалів володіє рядом переваг, а також недоліків. До переваг відносяться:

- висока теплоізоляція;
- низька собівартість;
- площинна анізотропність.

До недоліків відносяться:

- матеріали із деревини вкрай гігроскопічні і для підвищення вологостійкості треба застосовувати сорти деревини найбільш стійкі к волозі, просочувати лаками і клеями кожний лист, що збільшує ціну;

- для скріплення листів фанери треба застосовувати клей, який з часом розсихається, що приведе до зниження міцності і жорсткості конструкції. В наслідок цього якість друку буде знижено, а саме збільшується люфт робочого стола і відбувається не рівномірне нарощування шарів;

- деревина має низьку властивість проводити тепло, а в даному принтері застосовується електроніка, яка має елементну базу з високим тепловим коефіцієнтом при роботі, тому матеріали із деревини не підходять у якості радіаторної основи [1].

За аналізом переваг і недоліків матеріалів із деревини було прийнято не застосовувати в якості основи корпусу принтер.

Наступний матеріал, який розглядували це сталевий профіль (рис. 2).

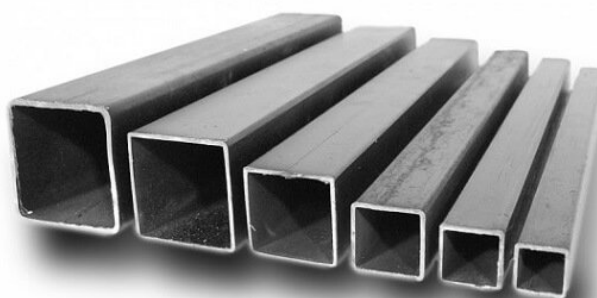


Рисунок 2 – Зовнішній вигляд сталевих профілів

Сталевий профіль володіє достатньою високою міцністю, теплопровідністю, в наявності є різноманітна номенклатура, але головним не недостатком є низька жорсткість сталі і володіє високою пружністю, що приводить до виникненню вібрацій, які приведуть до вібрацій фотополімера. В наслідок цього шар, який буде засвічуватися, матиме не рівну поверхню, так як на поверхні фотополімера будуть мікрохвилі [2].

Наступний варіант матеріалів, який було розглянуто, це верстатний алюмінієвий профіль. Алюмінієвий верстатний профіль відноситься до системи конструкційних профілів.

Також, даний профіль називається конструкційним алюмінієвим профілем або інженерним профілем. Основною особливістю верстатного профілю є перетин з різними пазами, які використовуються для вирішення величезної кількості інженерних проблем. Існує кілька типів верстатних алюмінієвих профілів. Можна виділити несучі верстатні профілі або конструкційні профілі, направляючі або t-track профілі, верстатні профілі з v-подібним пазом (рис. 3) [3].

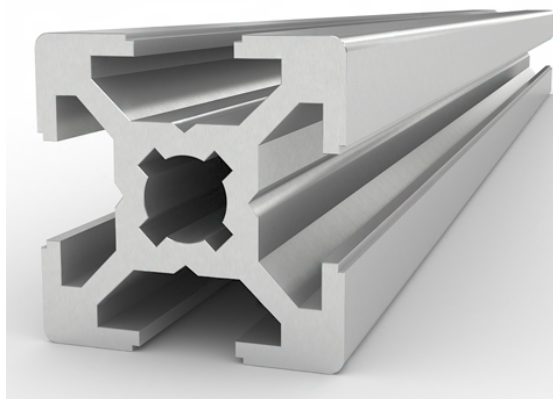


Рисунок 3 – Зовнішній вигляд верстатного алюмінієвого профілю

Такий профіль володіє наступними перевагами:

- маленька вага порівняно зі сталлю завдяки порожнистій структурі – це значне полегшення конструкції;
- висока міцність. Завдяки паралельним стінкам, витримує великі навантаження, тобто сили крутіння і зламу протистоять ребра жорсткості;
- алюміній має високу корозійну стійкість, що після збірки конструкції не потребує ґрунтування;
- велика різноманітність номенклатури кріплень і фурнітури для виготовлення верстатних конструкцій [4].

Проаналізував основні види матеріалів для створення малогабаритних установок з ЧПУ, для несучої конструкції 3D-принтера за технологією DLP краще обирати верстатний алюмінієвий профіль. Для підвищення жорсткості і міцності каркас повинен бути стягнутий металевими куточками та повинен бути стягнутий металевими пластинами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Фанера для ЧПУ верстатів [Електронний ресурс]; режим доступу (<https://cncmodelist.ru/stati/eto-interesno/111-pochemu-iz-faneriю>); дата застосування [03.11.2019].
2. Стальний профіль [Електронний ресурс]; режим доступу (<https://www.chermet.com/articles/all/stalnoy-profil>); дата застосування [03.11.2019].
3. Верстатний профіль [Електронний ресурс]; режим доступу (<http://alustore.com.ua/%D0%B0%D0%BB%D1%8E%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D0%B5%D0%B2%D1%8B%D0%B9-%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%84%D0%B8%D0%BB%D1%8C/>); дата застосування [04.11.2019].
4. Верстатний алюмінієвий профіль [Електронний ресурс]; режим доступу (<http://azt.ua/stanochnyu-alyuminievyy-profil.php>); дата застосування [04.11.2019].

Науковий керівник : Разумов-Фризюк Євгеній Анатолійович, доцент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ БАГАТОЗОНДОВОГО КОНТАКТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ КОНТРОЛЮ МІКРОСХЕМ BGA

О. Ю. Сергейко

Харківська загальноосвітня школа I-III ступенів № 148

Україна, 61204, м. Харків, пр. Перемоги 74-Д

E-mail: sch148@kharkivosvita.net.ua

Анотація: У роботі виконано аналіз особливостей застосування багатозондового контактної пристрою для контролю електронних компонентів, виконано аналіз фізичних процесів, які протікають під час виникнення електричного контакту. У результаті проведених досліджень визначено основні вимоги до робочого місця оператора контролю мікросхем, розраховано необхідний тиск притиснення комутаційної плати до об'єкту контролю за допомогою стисненого повітря, побудовано залежність перехідного опору у зоні контактування гнучкого шлейфу із кульковими виводами мікросхеми від тиску у процесі притискання.

Ключові слова: багатозондовий контактний пристрій, мікросхема, матричні кулькові виводи, електричний контроль, автоматизоване робоче місце, стиснене повітря, зонд.

RESEARCH OF PARAMETERS OF THE MULTIPROBE CONTACT DEVICE FOR BGA COMPONENTS TESTING

O. Sergeiko

Kharkiv secondary school of I-III degrees № 148

Ukraine, 61204, Kharkiv, Peremogy ave., 74-D

E-mail: sch148@kharkivosvita.net.ua

Annotation: In this paper the features of using a multi-probe contact device for the electronic components testing and the physical processes that occur during an electrical contact are analyzed. As a result of the conducted researches, the main requirements for the operator workplace of the circuits testing were determined, the necessary pressure of flexible board pressing to the object of testing by compressed air was calculated, the transient resistance dependence in the zone of contact of the flexible loop with the chip ball leads on the pressure was calculated.

Key words: multiprobe contact device, integrated circuit, matrix ball leads, electrical testing, automated workplace, compressed air, probe.

На сьогодні інтегральні мікросхеми з кульковими виводами типу BGA (Ball Grid Array – масив кулькових виводів) широко застосовуються в телекомунікаційному обладнанні, у військовій, медичній і побутовій апаратурі. Вони мають низку переваг у порівнянні з іншими типами мікросхем, але у той же час у процесі обслуговування та експлуатації таких корпусів виникає чимало труднощів. У зв'язку із цим виникає необхідність удосконалення існуючих методів електричного та функціонального контролю і створення нових високоефективних засобів контролю мікросхем у BGA-корпусах [1]. Таким чином, тема роботи є актуальною.

Своєчасне виявлення бракованих компонентів і виключення їх з виробництва електроніки забезпечує підвищення її надійності, зниження витрат виробництва і є відповідальною частиною технологічного процесу.

Одним із найважливіших пристроїв під час контролю мікросхем є контактний пристрій, який використовується для підключення виводів BGA до автоматизованих вимірювальних комплексів. Таким чином, як об'єкт дослідження обрано багатозондовий контактний пристрій (БКП) для контролю мікросхем у корпусах BGA [2].

Метою наукової роботи є дослідження параметрів БКП з метою розробки автоматизованого робочого місця контролю електричних параметрів мікросхем із кульковими виводами.

Конструкція БКП (рисунок 1) має наступні особливості:

– як підмикальне пристосування, використовуване для контактування з кульковими виводами, застосовується гнучка пластина 1 з полімерного матеріалу – полііміда [3], яка розташована в корпусі 2 із кришкою 3 і ущільнювальною прокладкою 4;

– на полііміді виготовлені контактні зонди з алюмінію для підключення до виводів контрольованої мікросхеми [4];

– від кожного із зондів до зовнішньої частини БКП виводиться алюмінієвий провідник для підключення до вимірювального комплексу через спеціальні з'єднувачі та проведення контролю стану мікросхеми, що тестується;

– гнучка пластина може складатися з декількох шарів – залежно від необхідної кількості контрольованих виводів на корпусі мікросхеми;

– кожний майданчик-зонд 5, який підключається до кулькового виводу мікросхеми 6, електрично розділений на дві частини, які окремими провідниками з'єднані з виводами плоского з'єднувача на протилежному кінці плати;

– контактування пластини, що притискає, до об'єкта контролю 6 здійснюється стисненим повітрям.

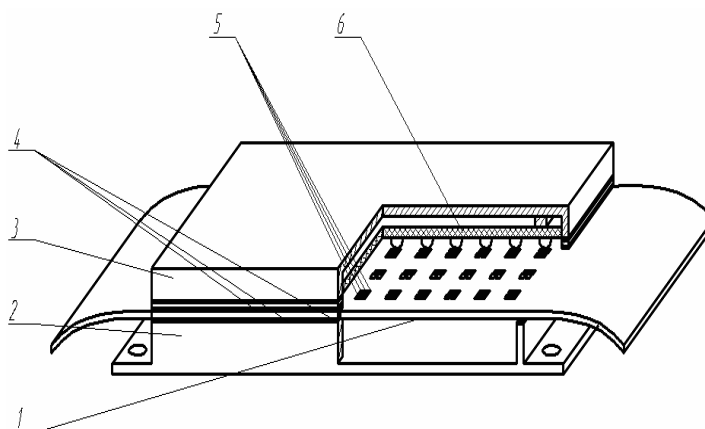


Рисунок 1 – Конструкція БКП

На рисунку 2, а представлено вид майданчика-зонда для підключення до одного виводу мікросхеми, а на рисунку 2, б наведена фотографія контактної зони, отримана за допомогою мікроскопа.

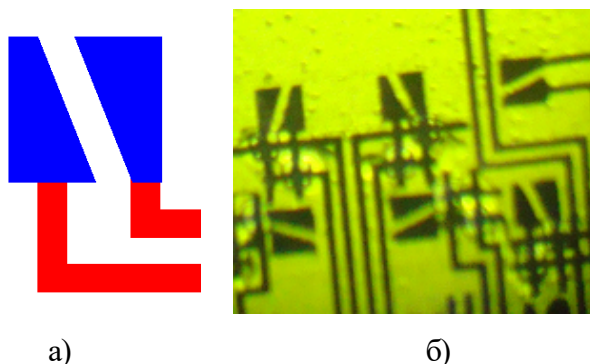


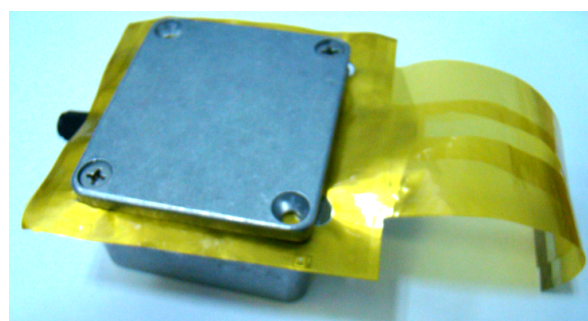
Рисунок 2 – Майданчики-зонди

Розглянемо особливості роботи пристрою. Гнучка пластина 1 під дією стисненого повітря в корпусі 2 притискається до мікросхеми 6, розташованої під кришкою 3. Мікросхема позиціонується напрямними елементами в корпусі та фіксується кришкою.

Гнучка підмикальна пластина БКП виконана з алюміній-поліімідного діелектрика типу ФДИ-50, що надає пластині достатньої гнучкості, тим самим забезпечуючи більш щільний контакт між кульковим виводом і зондом БКП (рисунок 3).



а) гнучка пластина БКП



б) корпус БКП

Рисунок 3 – Зовнішній вигляд БКП

У процесі контактування роз'єднаних частин зонда з кульковими виводами мікросхеми ці частини електрично з'єднуються між собою, що може реєструватися зовнішнім автоматичним приладом під час проведення самотестування системи контролю.

Таким чином, багатоточковий метод забезпечує принаймні дублювання підключення до об'єкта контролю, що підвищує надійність тестування та вірогідність результатів контролю мікросхем із матричними виводами.

Як відомо, перехідний контактний опір – це різке збільшення активного опору в місці переходу струму з однієї деталі в іншу.

Опір контакту не залежить від розміру контактних поверхонь і для контакту визначається перш за все силою притиснення (контактного натискання).

Контактне натискання – це зусилля, з яким одна контактна поверхня впливає на іншу. Число доторкань у контакті швидко зростає під час натискання. Навіть за невеликого тиску в контакті відбувається пластична деформація, вершини виступів зминаються і зі збільшенням тиску нові точки приходять у доторкання.

Перехідний контактний опір є тим меншим, чим більшою є сила натискання, оскільки від неї залежить дійсна площа дотику. Однак тиск в контакті доцільно збільшувати тільки до деякої певної величини, тому що за малих значень тиску перехідний опір зменшується швидко, а за великих – майже не змінюється.

Таким чином, тиск повинен бути досить великим для того, щоб забезпечити малий перехідний опір, але не повинен викликати пластичних деформацій у металі контактів, що може привести до їх руйнування.

До того ж треба пам'ятати, що оксидна плівка на алюмінієвих контактах має значний електричний опір, тому в місцях з'єднання алюмінієвих провідників можуть утворюватися великі перехідні опори. Все це треба враховувати під час розробки та експлуатації БКП.

У процесі дослідження роботи БКП для побудови залежності перехідного опору R у контактній зоні від тиску притискання P було прийнято рішення провести експеримент.

Схему експерименту наведено на рисунку 4. Для нагнітання тиску було використаний медичний манометр. Для вимірювання опору використовувався осцилограф RIGOL DS5102C.

Для визначення перехідного опору вимірюємо за допомогою осцилографа значення напруги U у зоні контакту у процесі притискання гнучкої плати БКП із зондами до мікросхеми у корпусі FG320. Розрахуємо значення опору за законом Ома. Значення струму, за якого будуть відбуватися пасивні вимірювання, складало 50 А.

Побудуємо графік залежності перехідного опору від тиску (рисунок 5). Шляхом проведення апроксимації експериментальних даних було сформульовано висновки про те, що перехідний опір, вимірюваний у заданому діапазоні тисків, відрізняється не суттєво, тому

проводити контроль мікросхем за допомогою БКП можна в діапазоні тиску 120-220 мм. рт. ст.

На рис. 6 представлено схематичне зображення робочого місця оператора БКП для електричного контролю параметрів мікросхем BGA.

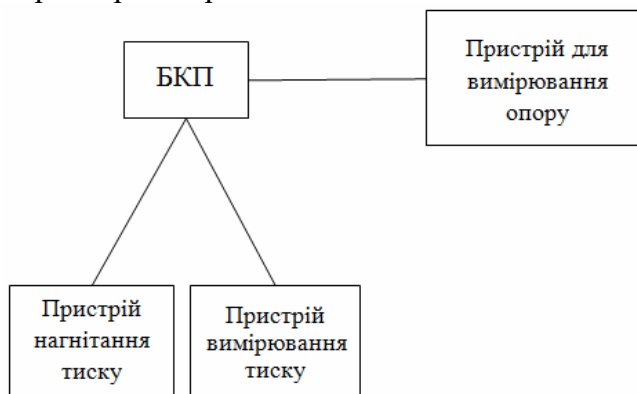


Рисунок 4 – Спрощена схема дослідження

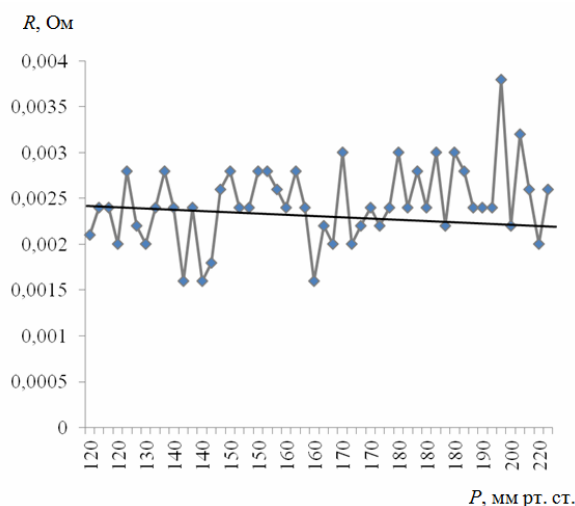


Рисунок 5 – Залежність переходного опору від тиску у процесі притискання гнучкого шлейфу до мікросхеми з кульковими виводами

На рис. 6 цифрами позначені: 1 – БКП; 2 – персональний комп'ютер; 3 – осцилограф; 4 – генератор; 5 – вольтметр; 6 – балон; 7 – насос; 8 – манометр; 9 – шлейф; 10 – кроковий шукач.

Стиснене повітря подається до нижньої частини корпусу та підтримується за показниками манометра. Шлейф розташований вище повітряної камери на решітці зондами нагору. Повітряне притиснення шлейфа із зондами дозволяє забезпечити необхідне зусилля контактування всіх виводів мікросхеми та зондів шлейфа.

Для накачування та випускання стисненого повітря у корпусі БКП передбачено два отвори під штуцер.

Подача тиску в корпус БКП – необхідний елемент під час контролю мікросхем, тому що контрольований об'єкт притискається до гнучкої пластини БКП за допомогою стисненого повітря.

У зв'язку із цим, область корпусу БКП, з якої виходить гнучкий шлейф, має бути виконана герметично з метою запобігання витоку тиску під час подачі стисненого повітря та в той же час – забезпечення можливості підтримки тиску, вимірювання параметрів внутрішнього тиску та його регулювання. У свою чергу корпус пристрою контролю має

витримувати робочий тиск у 0,25 МПа (2,5 атм.) із запасом у 0,05 МПа (0,5 атм). Цього можна досягти, використовуючи принцип герметизації, застосовуваний в автоклаві. Автоклав – це герметичний пристрій для здійснення технологічної обробки речовин у герметичній посудині під дією підвищених температур і надлишкового тиску.

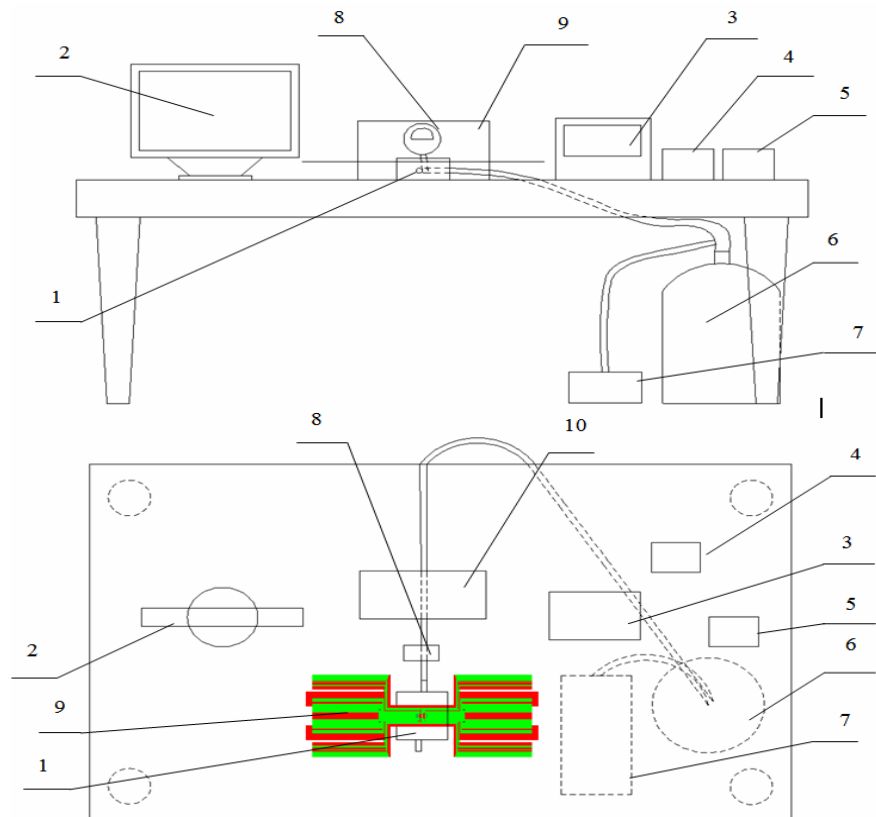


Рисунок 6 – Схематичне зображення робочого місця

Для корпусів мікросхем FG-320, які мають 320 виводів, згідно топології гнучкого шлейфа БКП до кожного виводу буде підключатися два контактні майданчики. Сила притиснення кожного майданчика до кульки має лежати в межах $F_i = 0,03 \dots 0,3$ Н. Внутрішня площа корпусу дорівнює $0,0029 \text{ м}^2$ (ширина 50 мм, довжина 58 мм). Таким чином, необхідна величина тиску становить:

$$P = \frac{F_i \cdot n}{S} = \frac{0,3 \cdot 640}{0,0029} = 66,2 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2},$$

де F_i – сила притиснення контактного майданчика до кульки; S – площа внутрішньої частини корпусу; n – кількість контактів з виводами мікросхеми.

Корпус БКП закривається за нормального тиску, атмосферного. Контрольований елемент, мікросхему, необхідно зафіксувати в корпусі та створити надлишковий тиск, що дорівнює розрахованому.

Під час створення робочого місця у виробничих приміщеннях існує можливість використання цехової магістралі стисненого повітря з редуктором для зниження тиску в робочому об'ємі. У випадку відсутності такої магістралі для проведення робіт у приміщеннях, де стисненого повітря немає, можна використовувати схему робочого місця, наведену на рис. 6.

У цьому випадку необхідно розрахувати кількість циклів контролю n для того, щоб довідатися, скільки операцій контролю можна виконати із застосуванням стисненого повітря з балону. Для цього використовуємо наступну формулу (рівняння стану ідеального газу):

$$p_1 V_1 = p_2 (V_1 + n V_1),$$

$$n = \frac{\frac{p_1 V_1}{p_2} - V_1}{V_1},$$

де $p_1 = 405,3$ кПа – тиск у балоні; $V_1 = 0,003$ м³ – об’єм балона; $p_2 = 66,2$ кПа – надлишковий тиск; $V_2 = 0,00008$ м³ – об’єм корпусу БКП.

Розрахуємо кількість циклів контролю:

$$n = \frac{\frac{405,3 \cdot 0,003}{66,2} - 0,003}{0,00008} \approx 192.$$

Отже, оператор робочого місця зможе виконати 192 цикли контролю із застосуванням БКП.

Таким чином, у ході виконання наукової роботи:

- визначені особливості застосування БКП для контролю мікросхем у корпусах BGA;
- виконано аналіз фізичних процесів, які протікають під час виникнення електричного контакту;
- проаналізовані вимоги, яким має відповідати робоче місце оператора контролю мікросхем.

Розраховано необхідну величину тиску стисненого повітря у корпусі БКП, а також кількість циклів контролю із застосуванням БКП (192 за одноразового закачування балона), розроблено компоновання робочого місця. Побудовано залежність перехідного опору у зоні контактування гнучкого шлейфу із кульковими виводами мікросхеми від тиску у процесі притискання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ching-Mai Ko, Ming-Kun Chen, Yu-Jung Huang, Shen-Li Fu. Надежность тестирования BGA-компонентов // Журнал «Технологии в электронной промышленности». – 2009, №4. – С. 38-42.
2. Мікроелектромеханічний багатозондовий підмикальний пристрій: патент № 95190 України: МПК H05K 3/40 / Борщов В. М., Жарікова І. В., Коцій Л. Д., Невлюдов І. Ш., Палагін В. А., Проценко М. А., Разумов-Фризюк Є. А., Тертишний С. М., Тимчук І. Т. та ін. – 11.07.2011.
3. Медведев А. М., Мылов Г. В., Набатов Ю. А., Люлина В. И. Гибкие платы. Преимущества и применение // «Компоненты и технологии». – 2007, № 9. – С. 202-208.
4. Nevliudov I. Sh., Palagin V. A., Razumov-Frizjuk E. A., Zharikova I. V. MEMS Intellect Multiprobes Contacting Devices for Electrical Checking-up of Multilayers Commutative Boards and BGA/CSP Electronic Components. Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS'2012). September 14-17, 2012. Kharkov, Ukraine. PP. 483-485.
5. Близняков О. В., Скрупська Л. С. Контакти та електродинамічні зусилля в електричних апаратах. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 26 с.

Науковий керівник: Боцман Ірина Володимирівна, к. т. н., доцент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки.

ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ СТАБІЛІЗОВАНИХ МАТЕРІАЛІВ

С. В. Філь

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14

E-mail: serhii.fil@nure.ua

Анотація: : На основі аналізу інформації про технології виготовлення стабілізованих композитних матеріалів. Розгляненні існуючі методи виготовлення стабілізованих матеріалів на базі деревини.

Ключові слова: деревина, виготовлення, модифікатори.

TECHNOLOGIES FOR MANUFACTURING OF STABILIZED MATERIALS

S. Fil

Kharkiv National University of Radioelectronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: serhii.fil@nure.ua

Abstract: Based on the analysis of information on the technology of manufacturing stable composite materials. Existing existing methods of fabrication and and matrix materials for these composites are scattered

Key words: wood, manufacturing, modifiers

На сьогодні в світі набувають популярності композитні матеріали, для них потрібні компоненти виготовлення яких потребує складного, коштовного та неекологічного виробництва. Для виготовлення композитів можливо часткове використання екологічних та поновлюємих матеріалів з довгим терміном експлуатації та високими естетичними якостями такі як деревина та її похідні, такі як шпон або фанера

Деревина та її похідні дешевий поновлюємий матеріал матеріал який легко оброблюється, але в нього є деякі недоліки пов'язані з його методами заготівки та зберігання такі як:

- можливість пошкодження термітами, буравчиками та грибами .
- деревина являється гігроскопічним матеріалом, що зумовлює змінення своїх механічних, геометричних та електричних властивостей.
- деревина є горючим матеріалом, що зменшує спектр використання у виробництві.

Вищеперераховані особливості деревини можна частково або повністю нівелювати введенням у структуру деревини стабілізуючих полімерних компонентів

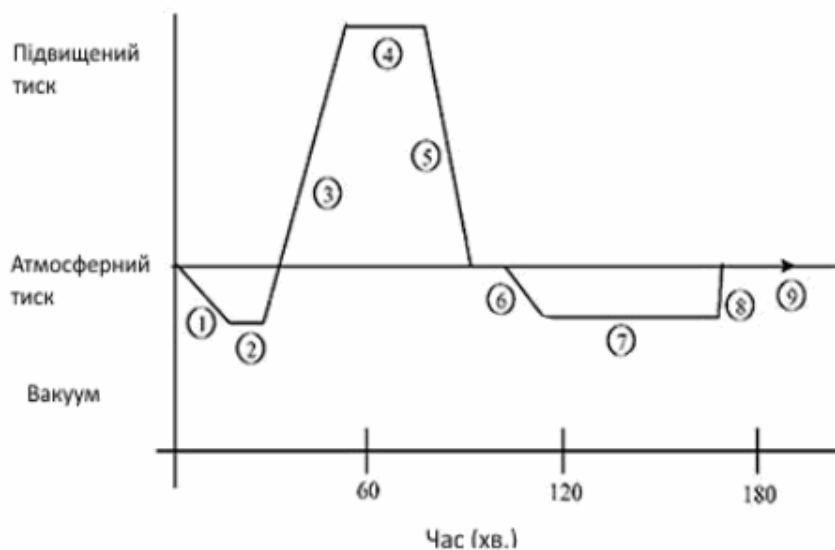
На дійсний час у виготовленні стабілізованих матеріалів використовуються методи засновані на обробці за рахунок різниці тиску між рідиною для просочування та внутрішнім тиском деревини. Різниця тисків створюється за допомогою коливання тиску перед самим процесом просочування. Зміною тиску підчас обробки можна змінювати якість обробки та витрати речовини для обробки.

Повноклітковий метод (fill-cell process)

Деревину обробляють під високим тиском у автоклаві. Обробка здійснюється в декілька етапів:

- після розміщення заготівки у автоклаві її тиск у ньому знижують до 0.8 кгс/см^2 на час від 15хв. до 1 години .
- заповнення автоклаву стабілізуючою сполукою.
- підвищення тиску до $10\text{-}15 \text{ кгс/см}^2$ на час від 1 до 6 годин
- злив стабілізуючої сполуки

Графік змін тиску зображено на рисунку 1.



Етапи процесу

1 Початковий вакуум

2 Заповнення консервантом

3 Підвищення тиску

4 Витримування тиску

5 Зниження тиску

6 Відкачка повітря

7 Фінальне витримування вакууму

8 Вирівнювання тиску

Рисунок 1 – Графік змін тиску у камері при повно клітковому методі

Перевагою цього методу є висока якість заповнення просочуємою речовиною, що також є й недоліком через її високий розхід.

Пустокліткові методи

У протилежність повно клітковому методу ці методи не просочують весь об'єм деревини за рахунок того що деревину не вакуумують до процесу просочування. Це призводить до присутності залишків повітря в процесі обробки які після обробки виштовхують консервант з деревини, цим зменшуючи розхід просочуємої речовини. До цих методів відносяться: метод Лоурі та метод Рупінга

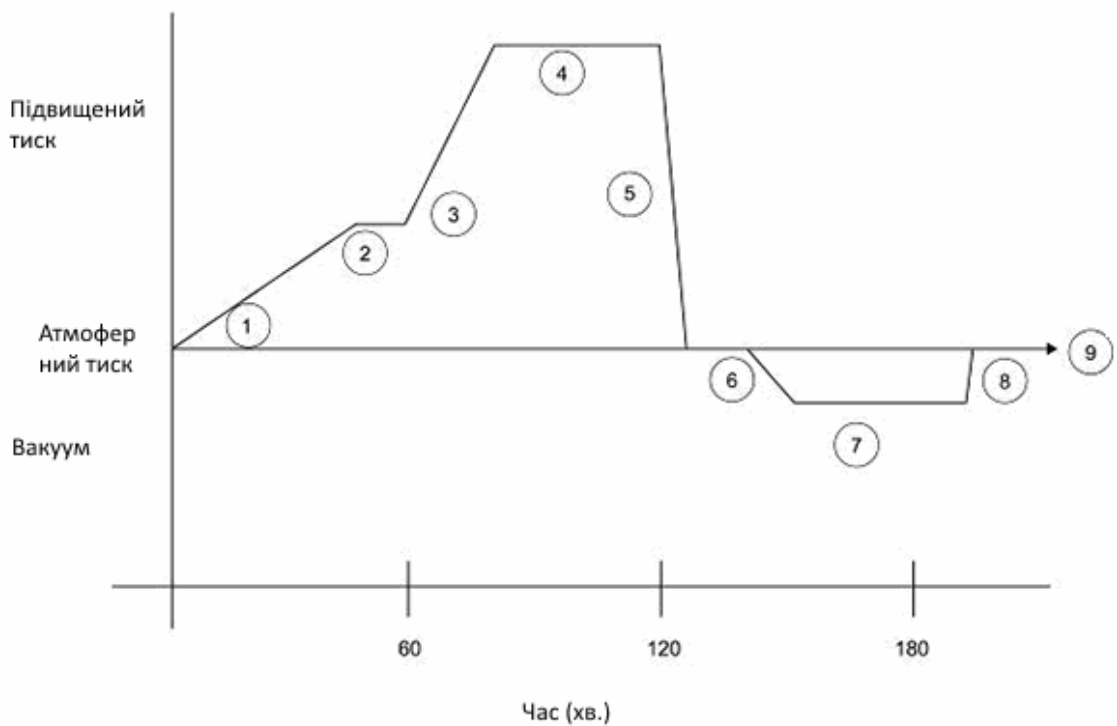
Пустоклітковий процес Лоурі

В цьому процесі після того як деревина розміщується у автоклаві, стабілізуюча сполука подається туди під тиском без попереднього створення вакууму, що не дає повітря у клітинах деревини вийти. При досягненні потрібного тиску, повітря у клітках стискається до однієї десятої початкового обсягу, а інший об'єм заповнюється стабілізуючою сполукою. Далі процес ідентичний повно клітковому, але повітря яке залишилось у клітинах при зниженні тиску знов розширюються тим самим виштовхуючи консервант з кліток. У кінцевому періоді створюється знижений тиск для додаткового виштовхування стабілізатора

Пустоклітковий процес Рупінга

Цей процес аналогічний методу Лоурі, але у цьому методі тиск повітря підвищений до 4 кгс/см² ще до початку обробки стабілізатором. Мета цього методу є мінімізація кількості стабілізуючої сполуки для обробки. При такому методі обробленні лише стінки клітин.

Графік змін тиску при пустоклітковому методі Рупінга зображено на рисунку 2



Етапи процесу	
1 Підвищення тиску	5 Випуск тиску
2 Просочення під тиском	6 Відкачування повітря
3 Підвищення тиску	7 Витримка у вакуумі
4 Витримка під тиском	8 Фінальне вирівнювання тиску

Рисунок 2 – Графік змін тиску у камері при пустоклітковому методі Рупінга

Обробка низького тиску характеризується менш складним процесом виготовлення, але потребує більше часу на те щоб стабілізуючий розчин пропитав заготівку, що ускладнює масове виробництво такого матеріалу та зменшує вимоги до обладнання виробничого процесу і кваліфікації персоналу. Основним процесом низького тиску є подвійний вакуумний процес.

Подвійний вакуумний процес поділяється на п'ять етапів обробки:

- після заповнення ємності тиск у ній знижується до $0,3 \text{ кгс/см}^2$ та витримують на протязі 3-10 хвилин.
- заповнення ємності стабілізуючим розчином
- підвищення тиску до 2 кгс/см^2 на час від 3 хвилин до 1 години в залежності від щільності деревини.
- зниження тиску до атмосферного та слив стабілізуючого розчину
- кінцеве зниження тиску до $0,6 \text{ кгс/см}^2$

При першому етапі виготовлення тиск знижується для виходу залишків повітря та вологи із структури деревини. Після ємність заповнюють просочуваним розчином та підвищують тиск цим самим створюючи різницю тиску між повітрям у структурі деревини і повітрям у ємності. Повітря в ємності діє на розчин та за рахунок різниці тиску вдавлює в структуру розчин.

На основі аналізу сучасних технологій стабілізування матеріалів були виділені основні методи просочення деревини полімерами. Описані їх переваги, недоліки та особливості. На основі цієї інформації були зроблені висновки про необхідність подальшого дослідження властивостей стабілізованих матеріалів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Древесина как композиционный материал; [Електронний ресурс]; (<https://chem21.info/info/1668662/>); дата використання [08.10.2018].
2. 12 способов промышленной обработки древесины ; [Електронний ресурс]; (<https://bionic-house.com.ua/ru/articles/74-12-sposobov-promyshlennoj-obrabotki-/>); дата використання [08.10.2018].
3. Basics of Pressure Treatment of Wood ; ; [Електронний ресурс] (<http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-2531/NREM-5047web%20color.pdf>); дата використання [08.10.2018].

Науковий керівник: Разумов-Фрізюк Євген Анатолійович, к.т.н., доцент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки

УДК 655.676

АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ СУЧАСНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ ДОСТУПОМ

А. А. Бондар¹, В. О. Глотка²

¹Харківська гімназія №43 Харківської міської ради Харківської області
Україна, Харків, Салтівське шосе, 121/2, 61000

E-mail: bndr.alice@gmail.com

²Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14

E-mail: valeriia.hlotka@nure.ua

Анотація: Сучасні підходи захисту доступу до інформації засновані на використанні різних ступенів захисту, від найпростіших – електронних ключів – до сканерів відбитків пальців і сітківки ока. Вже існуючі типи систем контролю та управління доступом мають як ряд переваг, так і серйозні недоліки, які можуть стати загрозою безпеки інформації крупних корпорацій. Підвищення загальної ефективності таких систем, що потребує розробки нових комплексних підходів та моделей, є актуальним завданням сьогодення.

Ключові слова: СКУД, структурна схема, багатофакторна аутентифікація.

ANALYSIS OF MODERN CONTROL AND ACCESS MANAGEMENT SYSTEMS STRUCTURE AND FUNCTIONAL OPPORTUNITIES

A. Bondar¹, V. Glotka²

¹Kharkiv Gymnasium # 43 of Kharkiv City Council of Kharkiv region
Ukraine, 61000, Kharkiv, Saltivske highway, 121/2

E-mail: bndr.alice@gmail.com

²Kharkiv National University of Radioelectronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: valeriia.hlotka@nure.ua

Abstract: Modern approaches of information access protecting are based on the use of different degrees of protection, from the simplest - electronic keys - to fingerprint and retina scanners. Already existing types of access control and management systems have a number of advantages as well as serious disadvantages that can threaten the large corporation's information

security. Improving the overall efficiency of such systems, which requires the development of new integrated approaches and models, is an actual task today.

Key words: ACMS, block diagram, multifactor authentication.

Сьогодні сучасні тенденції розвитку промисловості неможливо уявити без використання систем контролю та управління доступом (СКУД), що обмежують несанкціонований доступ до конфіденційної інформації, або характеристик новітніх розробок, ресурсів, які є метою для промислового шпигунства. Захист такої інформації, а також доступу до її отримання, є пріоритетним завданням для відділів захисту інформації. Одним з варіантів захисту є обмеження контролю і доступу в захищені приміщення за допомогою використання сучасних СКУД. Для забезпечення охорони та захисту об'єктів, будь-то підприємство, завод, військовий стратегічний об'єкт та ін., існує величезна кількість технічних засобів і систем, які повинні забезпечувати надійну охорону і захист наявних ресурсів та інформації від комплексу можливих загроз з мінімально можливими витратами, що не перевищують 20% вартості ресурсів, що захищаються [1].

Використання електронних ключів, відбитків пальців, сканування сітківки ока зменшує ймовірність проникнення, однак через широке застосування існують засоби і технічні рішення обходження даних методів захисту.

Останнім часом все більшого значення отримали автоматизовані СКУД. Одними з найбільш перспективних вважаються безконтактні СКУД. В основі їх роботи покладено ідею визначення об'єкта (співробітника) або користувача за будь-якою ознакою або пристроєм, завдяки якому відбувається верифікація та ідентифікація персоналу [2].

СКУД класифікують за такими категоріями [3]:

- за способом управління;
- за числом точок доступу, що контролюються;
- за функціональними характеристиками;
- за видом об'єктів контролю;
- за рівнем захищеності системи від несанкціонованого доступу.

Сьогодні існує багато реалізацій сучасних систем СКУД. Для того, щоб виявити їх основні структурні елементи та недоліки, які вони мають, проведемо аналіз таких систем, як ZKTeco MA500, СКУД MAC300, СКУД SC403, ВіТSC203.

Система контролю і управління доступом ZKTeco MA500 забезпечує управління доступом до приміщення за відбитком пальця, безконтактною картою, кодом, за допомогою установки у двері електрозамка. Підключивши термінал в локальну мережу, можливо відслідковувати відвідуваність в режимі он-лайн. Крім того, є гнучке розмежування прав доступу за групами, рівнями, часом для доступу тощо [4]. Структурна схема СКУД ZKTeco MA500 зображена на рис. 1.

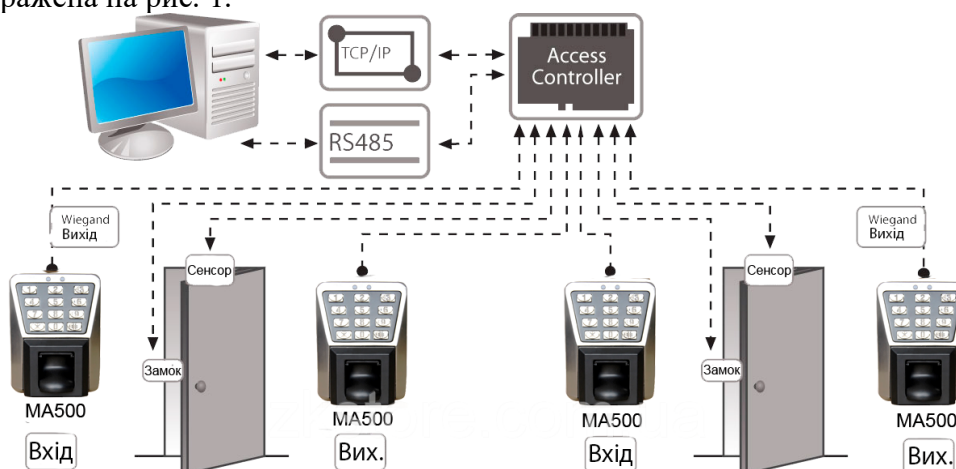


Рисунок 1 – Структурна схема СКУД ZKTeco MA500

Система контролю і управління доступом MAC300 являє собою невеликий термінал в якому об'єднані такі компоненти, як зчитувач безконтактних карт, біометричний датчик і функціональний контролер доступу в приміщення [4]. Структурна схема СКУД MAC300 зображена на рис. 2.

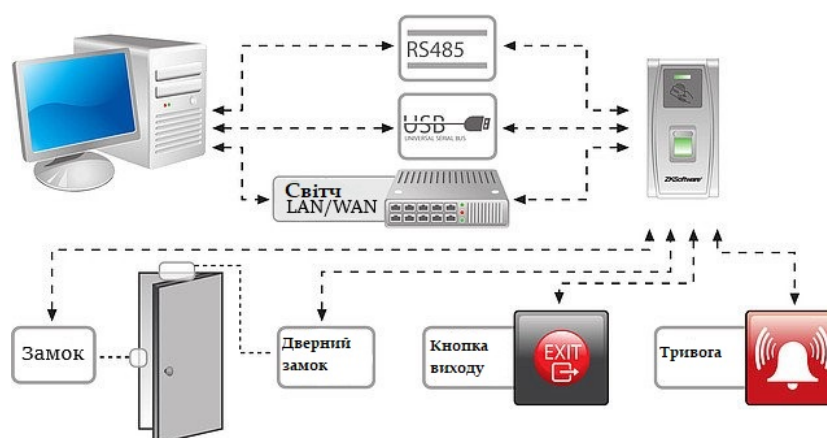


Рисунок 2 – Структурна схема СКУД MAC300

Система контролю і управління доступом SC403 – високоінтегроване рішення безконтактного контролю доступу. Основним режимом роботи терміналу SC403 є розблокування дверей за безконтактною карткою, проте також можливі варіанти комбінованого доступу з кодом. Прилад має внутрішню незалежну пам'ять користувачів і подій [4].

Для організації одностороннього контролю доступу до дверей, додатково необхідно наступне оснащення: блок живлення, електрозамок, кнопка виходу і достатня кількість безконтактних карт. Якщо необхідним є двосторонній контроль, то додатково знадобиться зчитувач карт. Для мережевого використання необхідний вільний LAN-порт в найближчому комутаторі. Структурна схема СКУД SC403 зображена на рис. 3.

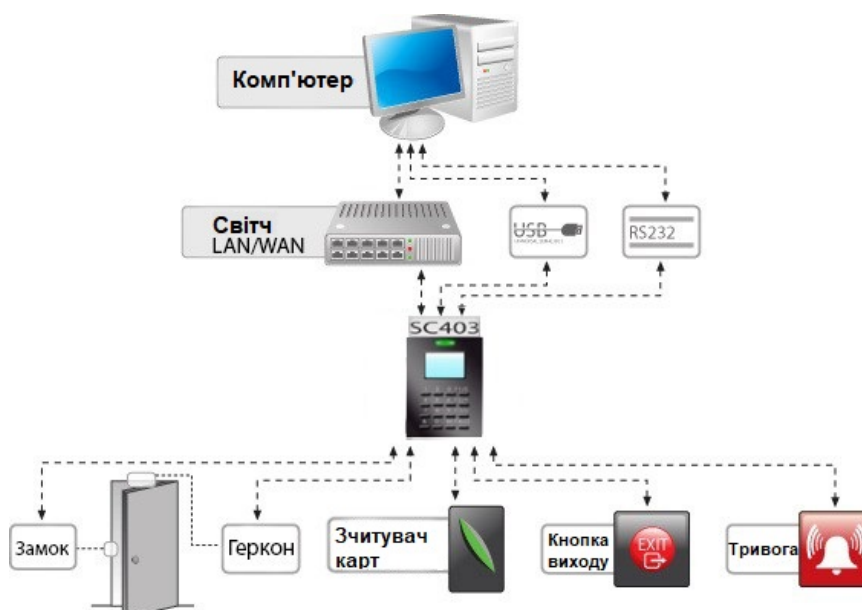


Рисунок 3 – Структурна схема СКУД SC403

Система контролю і управління доступом ВіТSC203 (рис. 4) – карткова безконтактна СКУД. Система СКУД підтримує 3 режими роботи: прохід за карткою, прохід за PIN-кодом,

прохід при піднесенні картки і введенні PIN-коду. Пристрій працює на базі ОС LINUX. Для вивантаження даних може використовуватися USB-Flash карта.



Рисунок 4 – Структурна схема СКУД ViTSC203

Проаналізувавши сучасні СКУД, можна зробити висновки, що існує величезна кількість систем для захисту приміщень, але існує безліч способів для обходу даних систем. Наприклад, клавіатури для контролю доступу – це найпростіші, найменш дорогі форми безпечного входу. Так само, як працює банкомат, кожному працівникові надається певний PIN-код для введення цифри в цифру для отримання доступу. Однак недоліком клавіатур є те, що PIN-коди можуть бути надані або викрадені, якщо хтось дивиться, як інша людина вводить свій код. Це означає, що кілька людей можуть увійти до будівлі, використовуючи одну і ту ж комбінацію PIN-кодів.

Зчитувачі карт, як правило, більш популярні та надійні. За допомогою зчитувачів карт для контролю доступу ви можете швидко підтвердити особистість та отримати доступ до приміщення. Час, необхідний для отримання підтвердження від зчитувача карт до апаратного забезпечення системи контролю доступу, як правило, менше однієї секунди.

На жаль, картки так само легко можуть бути викрадені або поділені між кількома людьми. Також існує ризик зносу магнітної смужки або штрих-коду, і доступ до приміщення буде заблокований, поки не буде надіслана заміна [5].

Відомо, що важливим елементом СКУД є забезпечення можливості комплексної ідентифікації користувача за кількома ознаками. До таких ознак відноситься не тільки електронний пропуск, а й біометричні показники (відбиток пальця, обличчя, райдужна оболонка ока, геометрія руки, термограма лица, ДНК, акустичні характеристики вуха, рисунок вен, почерк, голос, ходи та ін.), автомобільні номери тощо. Більшість СКУД завдання біометричної ідентифікації покладає на суб'єктивну думку оператора. Але сьогодні підприємства володіють підвищеними вимогами до СКУД, а як наслідок мають потребу в багатофакторній аутентифікації.

На сьогоднішній день велику популярність придбали СКУД з розпізнаванням обличчя, забезпечуючи високий відсоток вірних спроб. Зазвичай замовник наполягає на відсотку не нижче ніж 99% [6].

Для досягнення такого високого показника необхідно зробити фото однією камерою, проте в реальності найчастіше це не представляється можливим через різне місце установки

камер, різне освітлення точок проходу. Внаслідок чого зберігають і використовують для розпізнавання адаптивні шаблони особи для кожного об'єкта і для кожної відеокамери окремо, що потребує великої кількості числа осіб в базі даних.

Отже, вирішення питання підвищення ефективності існуючих СКУД може бути досягнуто за рахунок розробки нових комплексних підходів та систем, в основі яких полягає ідентифікації користувача за кількома ознаками.

РОЗРОБКА УЗАГАЛЬНЕНОЇ СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СКУД. На основі проведеного аналізу сучасних СКУД була розроблена узагальнена структурна схема, в основі функціонування якої полягає ідентифікації користувача за кількома ознаками (рис. 5).

Структурна схема включає в себе датчики (відкриття/закриття дверей, руху, розбиття, присутності, стану двері тощо), відеокамери та відео реєстратори, зчитувачі ключів, сповіщувачі (світлові, звукові або комбіновані), виконуючі пристрої (ВП) (турнікети, замки, засувки, геркони та інші.), охоронно-пожежну сигналізацію (ОПС), контролер СКУД, сервери (основний і дублюючий), автономні робочі місця (АРМ) (пост охорони, адміністратора СКУД та інші). Необхідно врахувати, що СКУД може мати не всі запропоновані елементи, а їх вибір залежить від поставленого завдання. В рамках підвищення комплексної ефективності СКУД однією з основних ознак якої є швидкодія: збільшення чисельності користувачів в системі не повинно відбиватися на часі пошуку і, як наслідок, часу проходу, а отже, така система повинна мати швидкі алгоритми ідентифікації і аутентифікації. Таким чином, на основі розробленої узагальненої структурної схеми автоматизованої СКУД можлива подальша розробка нових підходів та моделей підвищення їх комплексної ефективності.

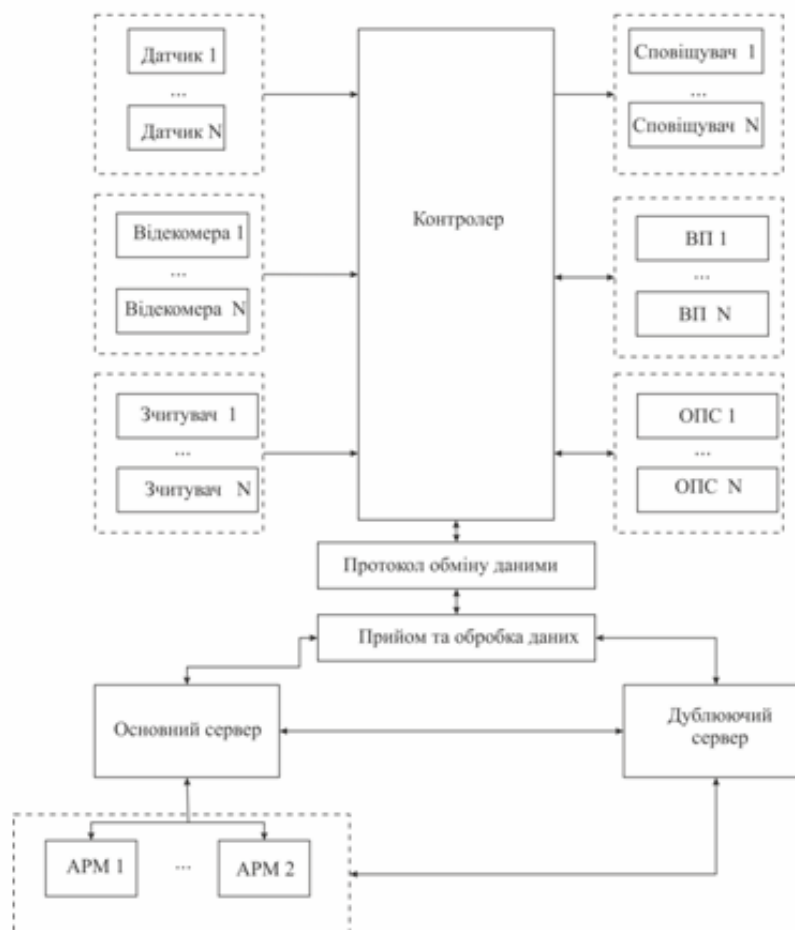


Рисунок 5 – Узагальнена структурна схема автоматизованої СКУД

ЛІТЕРАТУРА

1. Волхонский, В.В. Системы контроля и управления доступом [Текст] / В.В. Волхонский. – Санкт-Петербург: СПб: Университет ИТМО, 2015.– 105 с.
2. Руководство по составлению спецификаций на СКУД [Текст] / Британская Ассоциация индустрии безопасности. – Security Focus, 2014. – 170 с.
3. Ворона, В. А. Системы контроля и управления доступом [Текст] / В. А. Ворона, В. А. Тихонов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2010. – 272 с.
4. Системы контролю доступу ZKTeco. [Электронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zkteco.com.ua/> – 19.10.19. – Загл. з екрану.
5. Intellicom, Inc. [Электронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.intellicomusa.com/news/252-pros-and-cons-for-access-control-systems.html> – 19.10.19. – Загл. з екрану.
6. Невлюдов, И.Ш. Интеллектуальная система контроля и управления доступом на основе интегральных параметров [Текст] / И.Ш. Невлюдов, А.В. Пономарева, В.О. Бортникова, А.А. Мордик // Технология приборостроения, научно-технический журнал. – 2016, №3 –С. 3-7. – 40 с.

Науковий керівник: Функендорф Анастасія Олександрівна, асистент кафедри Програмної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки

УДК 681.3.016

ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ МОБИЛЬНЫМИ МЕХАТРОНЫМИ СИСТЕМАМИ

С. В. Костенко

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: Sergeiy97@gmail.com

Аннотация: Использование Интернет - технологий в мехатронике и робототехнике открывает новые перспективы в развитии распределенных систем управления и мониторинга. Дистанционное управление мехатронными объектами с использованием Интернета является наиболее перспективным, но вместе с тем сложным для практической реализации. Информационная система навигации мобильного робота выполняет функцию сбора и обработки данных с датчиков пройденного пути, скорости и ускорения, датчиков наличия препятствия и пр. Обработка данных позволяет выдавать информацию о текущем положении и скорости движения робота, наличии препятствий, расстоянии до них.

Ключевые слова: мехатроника, мобильный робототехнический комплекс, web- сервер, CGI- интерфейс, Lab VIEW.

REMOTE CONTROL MOBILE MEKHATRONYMI SISTEMATI

S. Kostenko

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: Sergeiy97@gmail.com

Annotation: Use of Internet technologies in mechatronics and robotic technology offers new prospects in development of distributed control systems and monitoring. Remote control of mechatronic objects with use of the Internet is the most perspective, but at the same time difficult for implementation. The information system of navigation of the mobile robot performs function of collection and data handling from sensors of the passable way, speed and an acceleration, sensors of existence of a hindrance and so forth. Data handling allows to issue information on the current situation and motion speed of the robot, existence of hindrances, distance to them.

Key words: mechatronics, mobile robotic complex, web server, CGI-interface, Lab VIEM.

Несмотря на очевидные успехи в создании автономных мобильных мехатронных систем, по всей видимости, в ближайшее время не будут разработаны автономные мобильные системы полностью независимые от человека. Во всяком случае, сохранится управление со стороны человека – оператора на уровне постановки цели. При этом необходимость постоянной кабельной или радиосвязи существенно ограничивает область применения мобильной системы, даже при оснащении ее системой технического зрения, т.к. при этом не исчезает необходимость удаленной системы управления.

В качестве примера рассмотрим общую структуру мобильного робототехнического комплекса (РТК), которая включает в себя (рис.1) [1]:

- мобильный робот Pioneer 3- DX;
- следящую систему технического зрения (ССТЗ) ;
- портативный персональный компьютер для удаленного контроля и управления РТК;
- Подвижный целевой объект.

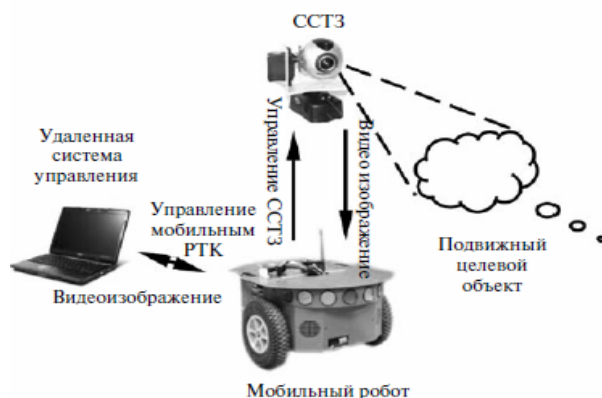


Рисунок 1 – Общая структура мобильного РТК

Разработана обобщенная структура построения системы управления робототехническими устройствами (рис.2) на основе следящей системы технического зрения и нечеткой логики.

В начальный момент действия робототехнической системы оператор определяют целевой объект слежения и последовательность выполнения элементарных операций для каждого объекта.

Нечеткий регулятор в соответствии с заданной операцией и соответствующим набором продукционных правил из базы знаний выполняет необходимые действия.

При разработке алгоритмического обеспечения системы применен метод локального слежения, позволяющий реализовать обработку цифровых изображений при осуществлении слежения за движущимися объектами в режиме реального времени.

Основная идея предлагаемого метода заключается в том, что определение положения подвижного целевого объекта в области кадра изображения осуществляется путем отслеживания характерных признаков объекта в пределах некоторой локальной области, содержавшей эти признаки.

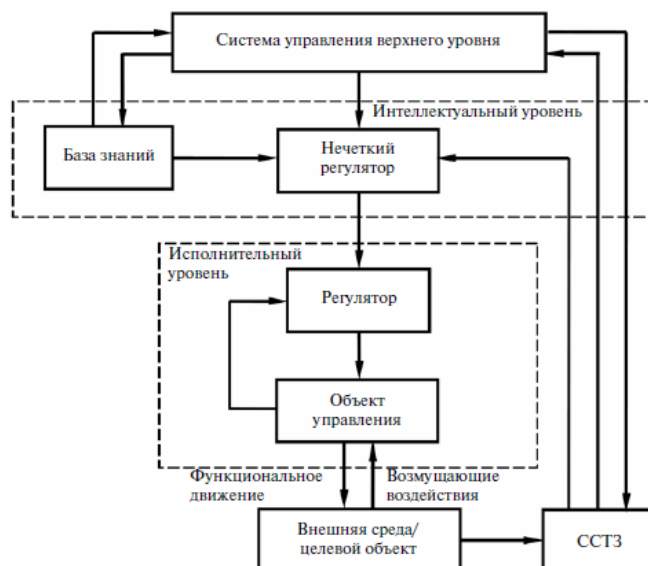


Рисунок 2 – Обобщенная структура системы управления робототехническими системами на основе метода нечеткой логики и ССТЗ

Структурная схема и основные элементы следящей системы технического зрения (ССТЗ) приведена на рисунке 3 [1].

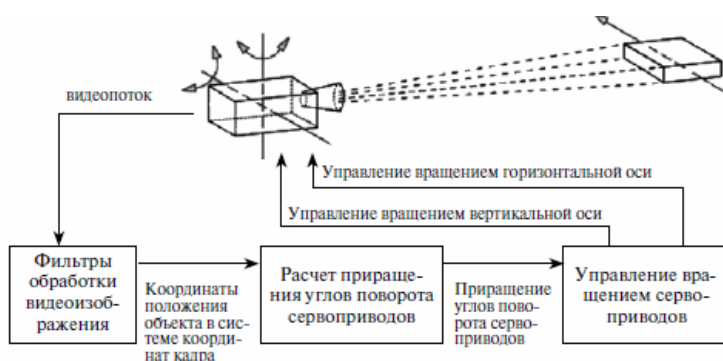


Рисунок 3 – Структурная схема ССТЗ

Управляющая программа, основной задачей которой является получения и обработка видеоизображения, управление серводвигателями видеокамеры, осуществления нечетко логического вывода и управление движением мобильной РТК, состоит из двух частей: серверной и клиентской. Серверная часть расположена на базе мобильного робота, клиентская – на портативном персональном компьютере. Связь между ними реализована на схеме «клиент-сервер».

Использование Интернет- технологий в мехатронике и робототехнике открывает новые перспективы в развитии распределенных систем управления и мониторинга. Дистанционное управление мехатронными объектами с использованием Интернета является наиболее перспективным, но вместе с тем сложным для практической реализации.

В этой схеме можно организовать эффективное управление мобильными роботами в различных условиях внешней среды с использованием коммуникационного ресурса Интернета и удобным пользовательским интерфейсом.

Преобразователь информации выполняет функцию преобразования унифицированных команд верхнего уровня управления, поступающих от человеко-машинного интерфейса системы, в команды для тактического уровня управления.

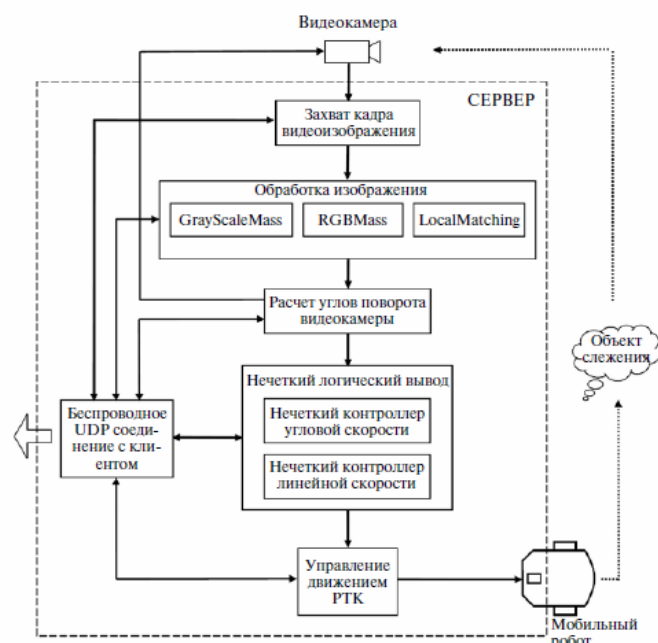


Рисунок 4 – Структурная схема сервера

Информационная система навигации мобильного робота выполняет функцию сбора и обработки данных с датчиков пройденного пути, скорости и ускорения, датчиков наличия препятствия и пр. Обработка данных позволяет выдавать информацию о текущем положении и скорости движения робота, наличии препятствий, расстоянии до них и т.п. Значения этих навигационных переменных используются системой управления тактического уровня. А также позволяют сформировать модель робота и окружающей среды для отображения параметров системы на мониторе оператора.

Бортовая система управления уровня должна обладать высокой степенью интеллектуальности на тактическом уровне. В ее задачи входит [2]:

- формирование команд для исполнительных приводов робота;
- корректировка команд с учетом текущих параметров Интернет – соединения и прогноза возникновения критических ситуаций;
- автоматическая остановка движения и переход в режим ожидания при потере управляющих воздействий от оператора.

Устройства согласования и ввода –вывода сигналов обеспечивают работу системы на исполнительном уровне управления. Они осуществляют усиление сигналов, сбор данных, выдачу управляющих воздействий на приводы робота. Плата захвата изображений необходима для ввода изображения с ПЗС- камеры в бортовой компьютер, в случае использования нескольких камер осуществляется также синхронизация их работы.

Основными функциональными блоками web- интерфейса являются интерфейсы управления движением, отображения параметров системы и передачи видеоизображения.

Интерфейс управления движение предоставляет оператору возможность нажатия кнопки на экране монитора. Как разрешение на начало движения, остановку, поворот, изменение скорости. При дистанционном управление через Интернет возникает техническое противоречие. С одной стороны, оператор для правильного и своевременного принятия решения должен иметь максимально полную информацию о состоянии робота и окружающей его среды; с другой- при увеличении объема передаваемой оператору информации увеличиваются временные задержки, оператор может не успеть среагировать на изменение внешних условий или состояния робота.

Методика взаимодействия оператора с роботом по средством сети Интернета предусматривает [3]:

- 1) унификацию команд верхнего уровня управления ;
- 2) максимально возможное упрощение ввода управляющих воздействий оператором;
- 3) реализацию управления в виде команд, задающих относительное или абсолютное приращение к текущему значению параметра;
- 4) отображение параметров системы на мониторе оператора с обязательным подтверждением принятия команд к исполнению и наличием индикаторов опасных ситуаций.

Для уменьшения загрузки канала связи при взаимодействии оператора с роботом уменьшается объем передаваемых управляющих воздействий за счет использования CGI-интерфейса. Алгоритм работы системы с использованием интерфейса CGI включает следующие основные этапы:

- клиент устанавливает соединение с web-сервером через стандарт браузер;
- браузер клиента передает серверу HTTP –запрос;
- web-сервер анализирует запрос по расширению и выясняет, что это запрос не статической страницы, а запрос к CGI- скрипту;
- при обнаружении указанного в запросе CGI- приложения и наличия прав на запуск web-сервер запускает приложение;
- CGI- скрипт выполняет необходимые действия и в результате взаимодействия с приложением формирует ответные данные, выводит их в стандартный поток ввода-вывода. Web- сервер передает эти данные клиенту. Причем CGI- скрипт может передавать не только HTML- данные, но и бинарные данные, таким образом полностью формируется HTTP –ответ.
- Web – сервер разрывает соединение, завершая тем самым обмен.

На основе анализа эффективности различных языков программирования при разработке CGI – приложения в качестве основной среды разработки использован язык графического программирования Lab VIEM (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench - рабочее место проектирования лабораторных виртуальных приборов) [2].

LabVIEW –полнофункциональный язык программирования, работающий на платформах: PC под управлением Microsoft Windows, компьютеров Apple Macintosh, рабочих станций Sun SPARCstations, Concurrent PowerMax и HP-Ux. LabVIEW отстает от последовательной природы традиционных языков программирования и отличается графической программной средой и инструментарием, необходимым для сбора данных, анализа и представления результатов. С помощью базиса LabVIEW – графического языка программирования, именуемого «G», можно создавать программы в виде блок-диаграмм, которые позволяют более адекватно воспринимать «текст» программ, облегчает ее отладку, модернизацию , поиск и корректировку ошибок. После написания программы в виде блок – диаграммы LabVIEW преобразует ее в машинный код.

LabVIEW объединяет сбор, анализ и представление информации в один комплекс («сквозная» технология программирования). Для получения данных и управления приборами LabVIEW поддерживает протоколы RS-232 /422, IEEE 488 (GPIB) и VXI, включает функции Virtual Instrument Software Architecture (VISA), а также встраиваемые платы сбора данных. В состав пакета входит инструментальная библиотека с драйверами для приборов , что значительно упрощает приложения управления приборами. Обширная библиотека для анализа данных содержит функции: генерации сигналов, их обработки, фильтрации, статической оценки, линейной алгебры и операции с массивами. Пакет LabVIEW является графическим по своей природе и обеспечивает такие средства визуализации, как создание таблиц, приборных индикаторов, двумерных графиков и трехмерных изображений.

В числе других достоинств LabVIEW можно отметить возможность встраивания в блок диаграммы подпрограмм пользователя, написанных на традиционных «текстовых» языках программирования (СИ, С++ , Pascal, Visual Basic) , скомпилированных в виде динамически подключаемых библиотек , а также скриптов, написанных в широко распространённой среде

MatLAB. Это позволяет обеспечить преемственность программного обеспечения и исключает необходимость повторной разработки ранее созданных подпрограмм. Преимущества LabVIEW:

- Возможность разработки CGI- приложения, что позволяет реализовать концепцию интеграции программного обеспечения web – сервера с управляющей роботом программой.

- Поддержка операционной системы жесткого реального времени LabVIEW RT, что позволяет осуществлять разработку кода , а также мониторинг и отладку программы в среде LabVIEW под управлением операционной системы Microsoft Windows , а затем загрузить созданный код на компьютер (бортовой контроллер) , работающий под управлением операционной системы жесткого реального времени.

- Наличие в дополнительной библиотеке « Internet Developers for GYoolkit» встроенного G web – сервера- базисного компонента , позволяющего на его основе разрабатывать Интернет приложения.

На рис 5 приведена схема управления мобильным роботом « ИРИС-1» по сети Интернет [3].

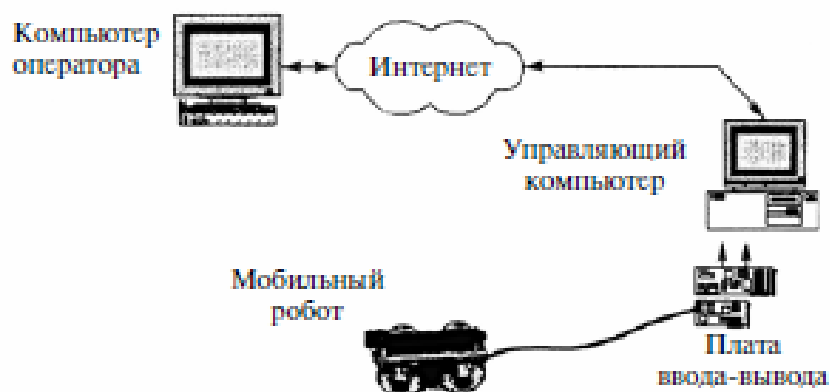


Рисунок 5 – Управление мобильным роботом «ИРИС-1» по сети Интернет

Основными частями программного комплекса являются управляющая роботом программа и CGI- модуль. Разработанные методы позволяют осуществить интеграцию этих двух частей таким образом, что с помощью CGI- модуля оператор имеет возможность запускать и останавливать управляющую программу , а также изменять значения ее переменных. За счет такой интеграции удалось значительно повысить скорость обработки команд оператора, а следовательно, и надежность системы дистанционного управления , работающей в условиях нестабильности канала связи- сети Интернет и возможных непредсказуемых изменений в окружающей мобильный робот среде. Оператору предоставляется возможность давать команду «старт/стоп», изменять скорость и направление движения робота. Текущие значения сигналов с датчиков отображаются в виде графиков, стрелочных и цифровых индикаторов на динамически обновляемую web- страницу на мониторе оператора. Реализована также передача видеоизображения с камеры, которой оборудован мобильный робот.

Таким образом, использование интернет-технологий в мехатронике и робототехнике открывает новые перспективы в развитии распределенных систем управления и мониторинга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Готлиб Б.М., Вакалюк А.А. Введение в специальность «Мехатроника и Робототехника»: Учеб. Пособие. – Екатеринбург.: Машиностроение, 2012. – 134 с.

2. Подураев Ю. В. Мехатроника: основы, методы, применение: Учеб. пособие для студентов вузов.–М.: Машиностроение, 2006.– 256 с.

3. Ильясов Б. Г., Даринцев О. В., Мунасыпов Р. А. Основы микроробототехники : учеб. пособие.– Уфа : УГАТУ, 2004.– 161 с.

***Научный руководитель:** Токарева Олена Віталіївна, к.т.н., доцент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки*

УДК 621.315

АНАЛІЗ КОЛАБОРАТИВНИХ РОБОТІВ

Т. І. Павленко, Н. Ю. Шило

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: taras.pavlenko@nure.ua, nazar.shylo@nure.ua

Анотація: Проведено аналіз сучасних колаборативних роботів та сфери їх діяльності. Розглянуто фактори, які відрізняють колаборативних роботів від існуючих промислових роботів, важливі переваги їх використання. Розглянуто види колаборативних роботів, принципи їх роботи та перспективи розвитку.

Ключові слова: роботи, колаборативні роботи, автоматизація, ефективність.

ANALYSIS OF COLLABORATIVE ROBOTS

T. Pavlenko, N. Shylo

Kharkiv National University of Radioelectronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av., 14

E-mail: taras.pavlenko@nure.ua, nazar.shylo@nure.ua

Abstract: The analysis of modern collaborative robots and the scope of their activities. The factors that distinguish co-branded robots from existing industrial robots, the important advantages of their use are considered. The types of collaborative robots, the principles of their work and development prospects are considered.

Key words: robots, collaborative robots, automation, efficiency.

Із початком промисловою революції люди постійно прагнуть автоматизувати виробничі процеси для ефективності, якості виготовлення продукції та безпеки працівників. Інтелектуальні допоміжні пристрої – є логічним технологічним продовженням цього прагнення. Це новий клас гібридних пристроїв для прямої, фізичної взаємодії з людиною–оператором в спільних робочих просторах. Ці пристрої, призначені для робітника з конвеєра, можуть зменшити проблеми з ергономікою, що виникають через фізичне та когнітивне навантаження на робочому місці. На сьогоднішній день, великої популярності на виробництвах різних масштабів набирають колаборативні роботи (коботи).

Почнемо з того, що насправді є коботами, без формального визначення, але зосередившись на ключових характеристиках та деяких реальних випадках. Ідея кобота чи використання коботів є новою. Однак використання та розробки прискорюються швидше, ніж багато хто вважає, і коботи відіграють велику роль у розвитку Industry 4.0.

Колаборативний робот – це автоматичний пристрій, який може працювати спільно з людиною для створення або виробництва різної продукції. Як і промислові роботи, коботи складаються з маніпулятора і пристрою управління, який формує керуючі сигнали, які

визначають необхідні рухи виконавчих органів маніпулятора. Колаборативні роботи застосовуються на виробництві для вирішенні задач, які не можна повністю автоматизувати [1].

Історія даного типу роботів бере свій початок в 1995 році. Тоді Північно–Західний університет і корпорація General Motors оголосили про роботу над новим, на той час, типом механічних пристроїв – "інтелектуальний придал–асистент" (Intelligent Assist Device, IAD).

Ключовим аспектом розробки в даному напрямку стала необхідність виконання на етапі кінцевого складання автомобілів трудомістких процедур: установка панелей управління, дверей та ін. Зокрема, робочим на конвеєрі доводилося вручну встановлювати в автомобілі акумулятори масою до 17 кг.

Повна автоматизація цих процесів на той момент із доступними технологіями була неможлива, але IAD міг значно полегшити працю людей. Даний асистент брав на себе підняття та утримання вантажу. Переміщення ж здійснювалося за рахунок мускульної сили людини–оператора.

Колаборативні роботи в їх сучасному вигляді (рис. 1) є розробкою датської компанії Universal Robots. Саме вона в 2008 році випустила перші прототипи економічних, універсальних, безпечних, простих у використанні та здатних взаємодіяти з дюдиною коботів [2].

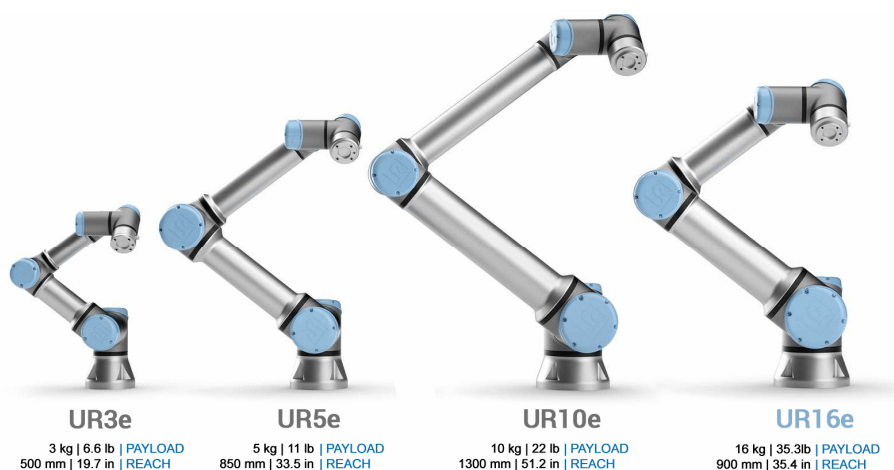


Рисунок 1 – Модельний ряд колаборативних роботів компанії Universal Robots

Чим коботи відрізняються від існуючих промислових роботів? Як вже було сказано у вступі, коботи – це роботи-співробітники. А аспекти колаборативності в основному стосуються співпраці робота і людини.

Є багато випадків використання, коли це забезпечує цінність, головним чином в операціях, які ми не можемо – або не хочемо – повністю автоматизувати. Взагалі, коботи переважно займаються перевіркою якості продукції та ефективно використовуються для повторюваних завдань, коли інтелектуальні системи підтримки, що використовують коботи, допомагають працівникові, а не замінюють його.

Цей аспект спільної роботи, очевидно, є ключовим для дизайну, можливостей, характеристик та розвитку коботів (рис. 2).

Існують чотири основних принципа роботи колаборативного робота: швидка настройка, просте програмування, гнучке розгортання (їх неважко інтегрувати в виробничі процеси) і безпечне управління. Оновлення внутрішніх функцій робота для спільної роботи підсилило кожен з цих чотирьох основних принципів. Вбудований вимір крутного моменту, функції безпеки і підвищена точність забезпечують більш швидку інтеграцію в більш широкий спектр додатків, придатних для подальшого використання.

Робот із захисним механізмом зупинки використовується, коли робот в основному працює сам по собі, але іноді людині може знадобитися увійти в його робочий простір.



Рисунок 2 – Приклади застосування колаборативних роботів на виробництві

Наприклад, коли певна операція повинна бути виконана частинами, поки вона знаходиться в просторі робота. Взяти важку деталь, яку повинен обробити робот, і робітник повинен виконати на ньому додаткову операцію, поки робот все ще обробляє деталь. Таким чином, людина може працювати над деталлю і залишатися в просторі робота. Якщо людина входить в заборонену зону в заздалегідь визначеній зоні безпеки, робот повністю припиняє всі рухи (рис. 3).

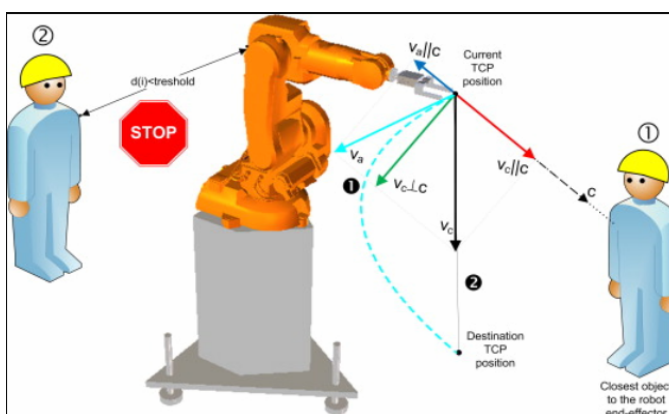


Рисунок 3 – Робочий простір колаборативного робота

Існує ще один тип колаборативності, який використовується для ручного управління або навчання робота. Якщо ви хочете швидко навчити робота певним діям або обрати шлях, наприклад, для вибору і розміщення деталей на виробництві, ви можете використовувати цей тип програми [3].

Коботи, обладнані системою «комп'ютерного зору». Контроль швидкості і поділу серед цих роботів контролюється лазерами або системою спостереження (рис. 4), яка відслідковує положення робітників. Робот буде діяти в рамках функцій зон безпеки, які були попередньо розроблені для нього. Якщо людина перебуває в певній зоні безпеки, робот відреагує з призначеними швидкостями (зазвичай повільними) і зупиниться, коли працівник підійде занадто близько. Таким чином, коли робітники наближаються до робота, він сповільнюється, оскільки робочі наближаються ще ближче, робот сповільнюється ще більше або зупиняється.

Роботи з обмеженням сили. Це той тип робота, якого всі називають сумісним роботом. Робот може відчувати незначні сили на своєму шляху. Фактично, він запрограмований на зупинку, коли зчитує перевантаження з точки зору сили. Ці роботи також призначені для розсіювання сил в разі удару по широкій поверхні.

Сили з обмеженими можливостями. Перш за все головною особливістю цих роботів є їх здатність читати сили в своїх суглобах. Це дозволяє їм виявляти, коли аномальні сили застосовуються на них під час роботи. У цих ситуаціях вони можуть бути запрограмовані на зупинку або іноді зворотні позиції, що опосередковують початковий контакт. Це означає, що вони можуть негайно реагувати, якщо контактують з людиною і, можливо, розсіюють

частину енергії, переданої від удару. Ця особливість призводить до ще однієї цікавої особливості – ручне управління [4].

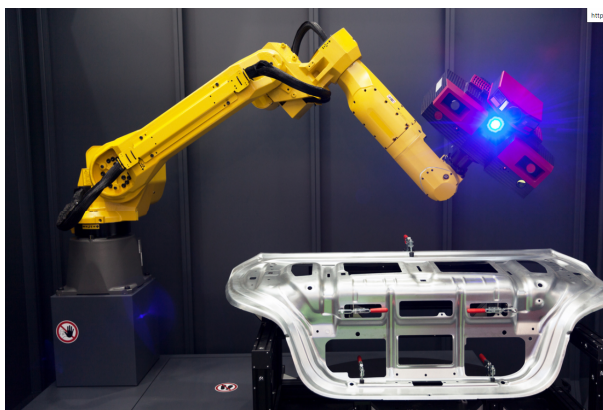


Рисунок 4 – Кобот, оснащений системою «комп'ютерного зору»

Якщо порівнювати кобот з промисловим роботом, можна виділити багато переваг. На відміну від коботів, промислові роботи запрограмовані на виконання певних операцій і не здатні реагувати на те, що поруч з ними можуть працювати люди. Коботам можна дати робочі інструкції без кодування, використовуючи графічний інтерфейс користувача. Коботи набагато дешевше промислових роботів. Для їх розміщення, як правило, не потрібно виділяти додаткові виробничі ділянки. Більшість коботів має невеликі масу і розміри (10-20 кг, висота близько 1-2 м). Тому їх можна відносно легко переміщати і використовувати в різних точках виробничого ланцюжка і встановлювати на будь-якій поверхні [5].

Коботи є привабливим варіантом через їх низький поріг входу. Це обмежена інвестиція. Кобот ідеальний для отримання досвіду з роботами. Досвіду програмування не потрібно. Це робить кобота ідеальним для компаній з невеликими внутрішніми технічними знаннями. На додаток до автоматизації процесів обробки, коботи також можуть бути економічно ефективнішими. Наприклад, в складальній і пакувальній промисловості люди часто працюють з продуктами вагою менше десяти кілограм. Кобот було б достатньо в такій ситуації. Кобот також гарний у чистій робочому середовищі, де виконуються дії, які складаються виключно з комплектації і розміщення. Помилки зводяться до мінімуму, у співробітників з'являється більше часу для інших завдань, збільшується продуктивність, і в кінцевому підсумку це призводить до кращого результату роботи.

ЛІТЕРАТУРА

1. P. Akella. Cobots for the automobile assembly line [Електронний ресурс] / P. Akella, M. Peshkin // Proceedings 1999 IEEE International Conference on Robotics and Automation (Cat. No.99CH36288C). – 2002.
2. Universal Robots A/S. COBOTS OFFER GAME CHANGING BENEFITS [Електронний ресурс] / Universal Robots A/S. – 2019.
3. What Does Collaborative Robot Mean ? [Электронный ресурс] / Robotiq, 2018. — URL: <https://blog.robotiq.com/what-does-collaborative-robot-mean>
4. Calinon S., Billard A. (2007). Incremental learning of gestures by imitation in a humanoid robot. In Proceedings of the ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction (HRI '07). ACM, New York, NY, USA, 255–262.
5. Young J., Sung J.Y., Voids A., Sharlin E., Igarashi T., Christensen H., Grinter R. (2011). Evaluating human-robot interaction. Int J Soc Robot 3(1),53–67.

Науковий керівник: Чала Олена Олександрівна, асистент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки

АНАЛИЗ РАБОТЫ СХЕМЫ ЛОКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА

Е. Ю. Валковская, Г. Ю. Кострова, А. А. Брадул, В.А. Запорожец

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Украина, 61166, Харьков, пр. Науки 14

E-mail: yelyzaveta.valkivska@nure.ua, hanna.kostrova@nure.ua, anastasiia.bradul@nure.ua

Аннотация: В работе рассматривается локационное устройство измерения дальности и скорости перемещения деталей для сборочного промышленного робота, ставится задача разработки программного обеспечения локационного устройства измерения дальности и скорости перемещения деталей для сборочного промышленного робота.

Ключевые слова: автоматизация, робот, локационная система, управление, исполнительная система

ANALYSIS OF THE WORK OF THE DIAGRAM OF THE LOCATION SYSTEM OF THE INDUSTRIAL ROBOT

Ye. Valkivska, H. Kostrova, A. Bradul, V. Zaporozhets

Kharkiv National University of Radioelectronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: yelyzaveta.valkivska@nure.ua, hanna.kostrova@nure.ua, anastasiia.bradul@nure.ua

Abstract: The work considers a location-based device for measuring the range and speed of parts for an assembly industrial robot; the task is to develop software for a location-based device for measuring the range and speed of parts for an assembly industrial robot.

Key words: automation, robot, location system, control, executive system

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. В современной индустрии широко используется автоматизация и роботизация производства. Благодаря этим тенденциям можно добиться увеличения производительности труда и более высокого качества выпускаемой продукции.

Применение роботов начинает выходить за рамки обрабатывающих отраслей промышленности и распространяться на смежные виды производства, а также в непромышленных отраслях [1]. Развита методы управления роботами на основе хорошо сформулированных моделей и алгоритмов. Учитывая растущее применение роботов во всех областях деятельности человека, интерес к локационным системам будет постоянно повышаться, что и обуславливает актуальность и своевременность данной работы.

Локационные системы являются бесконтактными средствами и предназначены, посредством датчиков локации, обеспечивать дистанционное измерение характеристик объектов и их параметров, таких как размеры и расстояние до объектов, скорость их движения, обнаружение препятствий, а также исследование механических, электрофизических, акустических и других параметров объектов.

В качестве дополнительных параметров измерения могут выступать зазоры, перекосы, проскальзывание, наличие внутренних дефектов, толщина материала или покрытия, твердость, напряжения, площадь, ориентация: относительно реперной точки или осей и многие другие.

В общем случае, под термином «локационный датчик» понимают устройство, состоящего из первичного преобразователя, измеряющего путем излучения и приема сигналов некоторые физические параметры объектов среды, усилителя, аналого-цифрового преобразователя, индикатора, а также в случае необходимости - микропроцессора, цифроаналогового преобразователя и специализированной ЭВМ для обработки и

представления информации, передаваемой в систему управления работа или роботизированного технического комплекса.

В качестве аналогово-цифрового преобразователя, может быть использован АЦП ЭВМ или системы управления.

ПОКОЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ. В настоящее время промышленные роботы делят на 3 основные группы (поколения):

Роботы первого поколения. К ним относятся неперепрограммируемые роботы, работающие по жесткой программе: механические руки и роботы с ЧПУ. Эти роботы характеризуются неспособностью адаптироваться к изменяющимся условиям работы и имеют постоянную программу движения не зависимо от наличия объекта манипулирования. Применяются для решения простых производственных задач, требуют жесткого порядка входа в систему (ориентации детали или инструмента в пространстве, заданного времени срабатывания, наличия защитных блокировок и т.п.). Это автооператоры и механические руки.

Роботы второго поколения. Это адаптивные, работающие по гибкой программе, оснащенные датчиками внешней среды и визуальными системами роботы. Для управления ими применяют микроЭВМ, микропроцессоры, а в последнее время – контроллеры. Эти роботы используются для решения более сложных задач, ПР 1-го поколения.

Роботы третьего поколения. К ним относятся интегральные, или интеллектуальные (интеллектуальные роботы), которые способны полностью адаптироваться к условиям работы и производства, обладают возможностью автоматического сбора и обработки информации. Управление осуществляется с промышленной ЭВМ с эвристической программой, где оператор программирует только конечную цель, а сами действия и их порядок определяет программа.

Важно отметить, что поколения ПР не сменяют друг друга, а дополняют и работают там, где это наиболее целесообразно.

ПР 1-го поколения способны заменить порядка 2% рабочих;

ПР 2-го поколения – 25-30%;

ПР 3-го поколения еще до 30%.

Функциональная схема ПР (рис. 1):

В состав ПР входят следующие основные части:

- манипулятор, или иначе механическая система робота;
- информационная система (ИС);
- система программного управления (СПУ), или иначе устройство управления;

УСТРОЙСТВО АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ. В совокупности информационная система и система программного управления образуют устройство автоматического управления (УАУ).

Манипуляторы ПР содержат рабочий орган в виде захватного устройства (УЗ), сварочной головки, краскораспылителя и т.п. и механизмы, необходимые для выполнения всех его двигательных функций:

- передаточные механизмы;
- исполнительные механизмы [2];
- приводы;
- несущие элементы.

Исполнительный механизм ПР с приводом и захватным устройством называют рукой манипулятора (Р). Для перемещения М относительно технологического оборудования (ТО) используются устройства передвижения (УП).

Все манипуляционные устройства характеризуются маневренностью и коэффициентом сервиса (КС), под которым понимают возможность подхода РО к заданной точке с разных направлений. КС дает представление о двигательных возможностях М, т.е. о его маневренности. Маневренность М – это число степеней подвижности при фиксированном положении РО,

которая определяет возможность обхода манипулятором препятствий в рабочем объеме и способность к выполнению сложных операций.

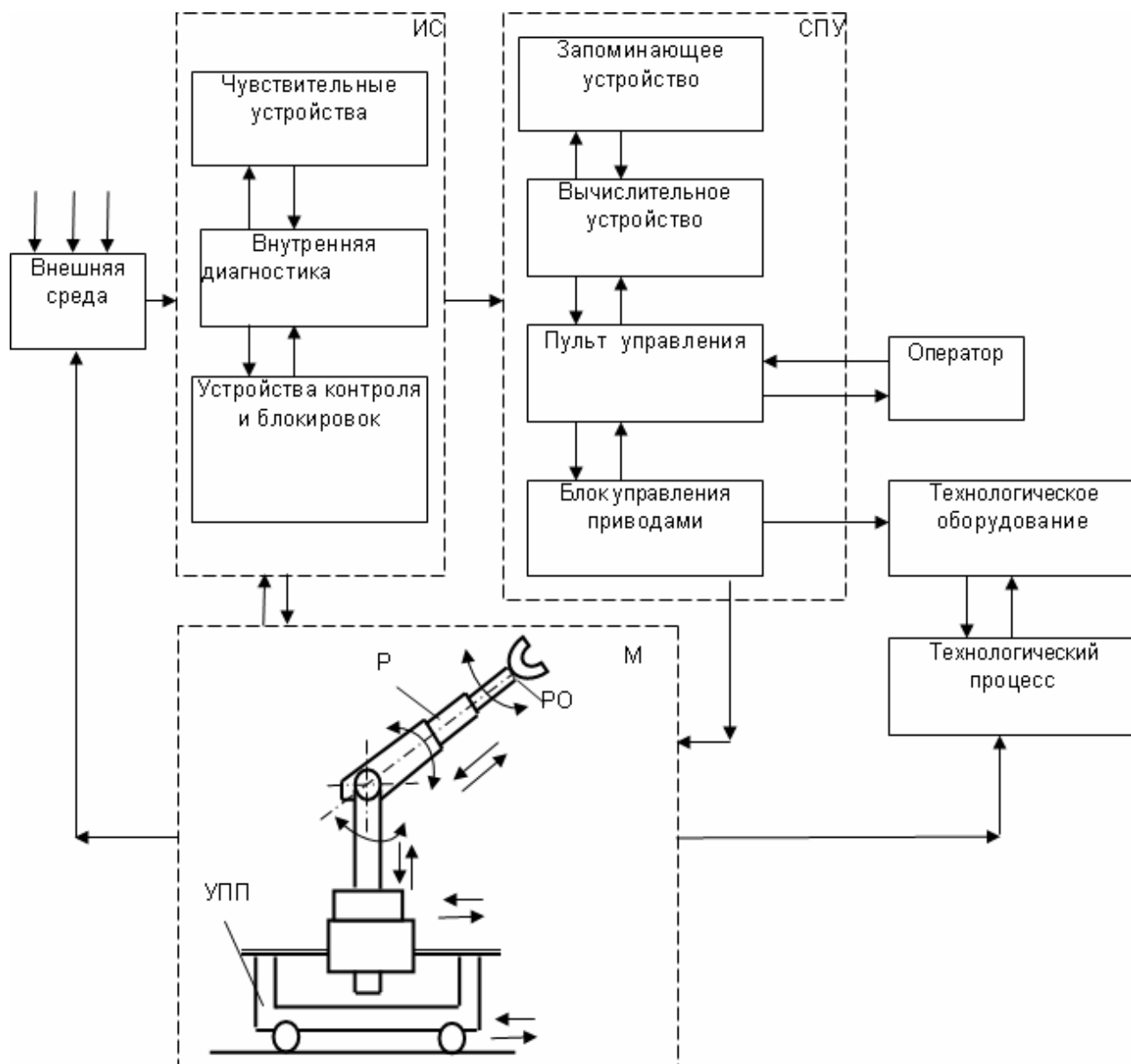


Рисунок 1 – Функциональная схема РР

Движения М подразделяются на группы. Так, например, движения М, снабженного наиболее распространенным в РР РО в виде УЗ бывают следующих видов:

- ориентирующие перемещения УЗ, соизмеримые с его размерами;
- транспортирующие перемещения, определяемые размерами звеньев руки и соизмеримые с размерами рабочего объема;
- координатные перемещения на расстояния, превышающие размеры РР и размеры рабочего объема.

В состав ИС входят чувствительные (сенсорные) устройства внешней среды, система внутренней диагностики и устройства контроля и блокировок. ИС обеспечивает сбор, первичную обработку и перевод в СПУ данных о функционировании механизмов М робота и о состоянии внешней среды.

СПУ содержит: пульт управления (ПУ), с помощью которого оператор осуществляет ввод и контроль задания; запоминающее устройство (ЗУ), в котором хранится вся необходимая информация, включая программы работ; вычислительное устройство (ВУ), реализующее

алгоритм управления манипулятором; блок управления приводами (БУП) механизмов манипулятора.

Из схемы видно, что ПР и ТО включены в единый цикл работы и содержат общий пульт управления всем ТП. Возможны два варианта режима работы ПР: режим программирования (режим обучения), при котором в запоминающее устройство вводится управляющая программа, и режим выполнения технологических операций (режим работы).

К локационным системам относятся технические средства, предназначенные для автоматического дистанционного измерения координат объектов манипулирования. Из этого определения следует, что для описания работы таких систем необходимы сведения, как из области теории автоматического управления, так и теории измерений. Все это требует, прежде всего, создания адекватных математических моделей, удовлетворяющих определенным условиям. Прежде всего, это требования общего характера, необходимые при составлении моделей в любой отрасли науки: с одной стороны, модель должна быть достаточно подробной, чтобы описывать существенные явления, протекающие в реальном объекте; с другой – возможно более простой для упрощения методики исследований и уменьшения объема конечных результатов. Специфические требования к моделям локационных систем вытекают из их принципов действия и особенностей функционирования. Для более полного учета этих факторов требуется предварительная классификация систем по ряду признаков.

По принципу действия локационные системы роботов не отличаются от соответствующих измерительных систем, используемых в радио-, звуко- и гидролокации, при физических измерениях и других исследованиях. Особенность заключается в том, что в робототехнике применяется почти весь арсенал средств из перечисленных выше областей, что приводит к более сложной процедуре классификации.

Для дистанционного измерения координат объектов должно быть физическое поле, взаимодействующее как с объектом, так и с приемником локационного устройства. В зависимости от пространственно-временных свойств поля могут быть волновыми и потенциальными. К волновым полям, например, относятся электромагнитные, акустические и некоторые другие, к потенциальным – магнитные, электростатические и т.д. Использование того или иного поля существенно влияет на характеристики локационных систем. Волновые поля более информативны, так как содержат больше временных и пространственных параметров, пригодных к использованию при измерениях. В некоторых средах условия распространения этих полей значительно лучше, чем у потенциальных. Однако имеются среды, непригодные для распространения волновых полей, в то время как потенциальные поля здесь могут с успехом применяться. Кроме того, для измерения на малых расстояниях потенциальные поля часто имеют преимущества перед волновыми при длинах волн последних, сравнимых с расстояниями до объектов.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЛОКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ. Модель носит весьма общий характер, и в этом ее основное достоинство, так как только наличие общих моделей позволяет начать разработку теории систем определенного класса. Это не значит, что в каждом конкретном случае не надо вносить в модель уточняющих ее деталей. Однако все принципиальные особенности, присущие локационным системам как своеобразному классу автоматических систем, эта модель отражает и уже на этапе ее оценки позволяет сформулировать те задачи теории управления и измерений, которые надо решать для создания теории. Справедливость полученных ниже общих соотношений в последующем подтверждается рассмотрением конкретных элементов и систем.

В связи с тем что системы с обратной связью предпочтительнее, начнем рассмотрение математической модели именно этого класса локационных систем, функциональная схема которых изображена на рис. 2. Наиболее сложным и ответственным элементом системы является дискриминатор, поэтому его математическая модель определяет структуру и сложность модели в целом. Дискриминатор замкнутой' локационной системы предназначен

для выработки сигнала (обычно напряжения), пропорционального рассогласованию $e(t)$. Принцип действия дискриминатора основан на демодуляции сигнала $U_c(t, x)$ с помощью опорного сигнала $U_0(t, y)$. В результате выходной сигнал дискриминатора должен зависеть от рассогласования, поэтому обозначим его $U_d(t, x)$. Подчеркнем главные свойства дискриминатора. Во-первых, демодуляция сигнала - это операция нелинейная, поэтому дискриминатор является элементом нелинейным. Во-вторых, полоса пропускания дискриминатора должна быть больше ширины спектра сигнала и (t, x) , иначе он будет искажать полезный сигнал и тем самым вносить ошибки в результаты измерений. Следует различать ширину спектра полезного сигнала $U_c(t, x)$ и ширину спектра измеряемых координат $x(t)$. Чтобы сигнал являлся носителем полезной информации, его спектр должен быть шире спектра передаваемого сообщения. В то же время исполнительная часть системы (рис. 2), преобразующая информацию об измеряемых координатах, должна иметь полосу пропускания, согласованную с шириной спектра $x(t)$. Отсюда следует второе свойство дискриминатора: его полоса пропускания намного больше полосы пропускания исполнительной части системы.

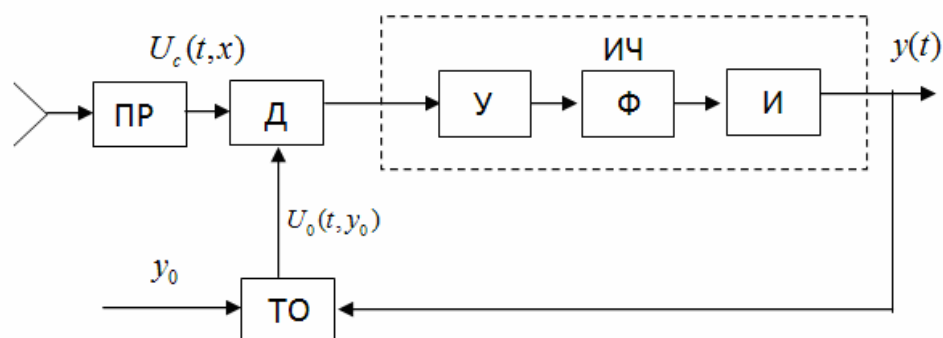


Рисунок 2 – Схема исполнительной системы

Отмеченные свойства дискриминатора позволяют сделать следующий важный вывод: по сравнению с исполнительной частью системы дискриминатор можно считать безинерционным нелинейным элементом. Слово "безинерционный" здесь следует понимать в том смысле, что все процессы в дискриминаторе протекают намного быстрее, чем в исполнительной части системы. Сделанный вывод говорит о том, что дискриминатор в математической модели системы может быть отображен нелинейным звеном со своей характеристикой. Прежде чем найти эту характеристику, отметим одну особенность.

Так как на входе дискриминатора действуют полезный сигнал и шум, то и его выходной сигнал будет иметь случайную составляющую. Представим его в виде суммы (1):

$$U_d(t, e) = K_d(e) + \xi(t), \quad (1)$$

где $K_d(e)$ – математическое ожидание выходного сигнала дискриминатора,
 $\xi(t)$ – случайная составляющая.

Если бы на входе дискриминатора не было шумов, то и случайная составляющая $\xi(t)$ равнялась бы нулю. Носителем полезной информации о рассогласовании e является математическое ожидание $K_d(e)$. Математическое ожидание выходного сигнала дискриминатора как функция рассогласования e называется дискриминационной характеристикой $K_d(e)$. Это определение остается справедливым как для непрерывных, так и для импульсных сигналов. При рассмотрении узкополосных импульсных систем вместо

импульсного надо брать среднее значение этого сигнала за период следования. Поэтому при импульсных сигналах под дискриминационной характеристикой (ДХ) понимается зависимость среднего значения выходного сигнала дискриминатора за период следования от величины рассогласования e . Рассмотрим, какой вид должна иметь дискриминационная характеристика.

Чтобы локационная система работала как следящая, ее ДХ должна иметь вполне определенную форму. Исходя из принципа действия следящих систем, в районе малых рассогласований e ДХ должна быть линейной функцией: $K_{\partial}(e) = K_e(\partial)$. Прежде чем говорить о поведении ДХ при больших рассогласованиях, введем понятие разрешающей способности локационной системы. Разрешающей способностью 2Δ называется минимальная разность координат между объектами, при которой на выходе дискриминатора появляется сигнал только от одного из объектов [3]. Исходя из необходимости обеспечения разрешающей способности, при рассогласованиях $e > \Delta$ дискриминационная характеристика $K_{\partial}e$ должна равняться нулю. В итоге форма ДХ должна быть такой, как показано на рис. 3, где выделен линейный участок ЛУ, обеспечивающий режим слежения, и отмечена ширина ДХ 2Δ , определяющая разрешающую способность. Величина Δ называется полушириной ДХ. Крутизна ДХ на линейном участке носит название коэффициента преобразования дискриминатора:

$$K_{\partial} = \partial K_{\partial}(e) / \partial e \times e = 0 \quad (2)$$

Коэффициент преобразования K_{∂} и полуширина Δ являются важнейшими параметрами дискриминатора.

Функцию $K_{\partial}e$ можно выразить в виде произведения:

$$K_{\partial}(e) = K_{\partial} K_{\partial\partial}(e) \quad (3)$$

где $K_{\partial\partial}e$ – нормированная ДХ, имеющая крутизну, равную единице.

Функция $K_{\partial\partial}e$ определяет форму дискриминационной характеристики, Величина K_{∂} зависит от амплитуды сигнала и растет с ее увеличением. В первом приближении можно полагать, что полуширина Δ от амплитуды не зависит.

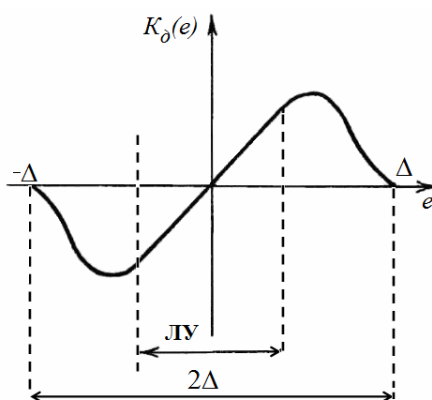


Рисунок 3 – Амплитуда сигнала

Шумовая составляющая сигнала $\xi(t)$ на выходе дискриминатора называется флюктуационным процессом и является случайным возмущающим воздействием. Основная доля случайных ошибок измерений обусловлена наличием флюктуационного процесса. Так как шумовой сигнал на входе дискриминатора образуется внутри приемника или вне его, то ширина спектра шума сравнима с шириной спектра сигнала, поэтому и ширина спектра флюктуационного процесса $\xi(t)$ будет сравнима с шириной спектра полезного сигнала намного шире полосы пропускания исполнительной части. Отсюда

следует вывод о том, что флюктуационный процесс $\xi(t)$, действующий на входе исполнительской части, по своим свойствам близок к белому шуму. Спектральную плотность флюктуационного процесса $\xi(t)$ обозначим буквой N . Эта величина является третьим параметром дискриминатора.

Исполнительскую часть системы (рис. 1), как правило, стремятся сделать линейкой, за исключением некоторых специальных случаев. Обозначим передаточную функцию этой части через $K(p)$. Тогда с учетом сказанного выше о характеристике дискриминатора можно получить математическую модель замкнутой локационной системы в виде структурной схемы, изображенной на рисунке 4. Левая часть этого рисунка отображает структурную схему дискриминатора, а правая — исполнительской части.

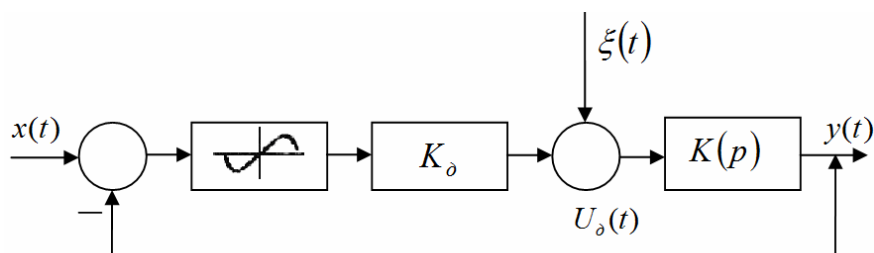


Рисунок 4 – Схема замкнутой локационной системы

Теперь рассмотрим локационную систему без обратной связи, изображенную на рис. 5.

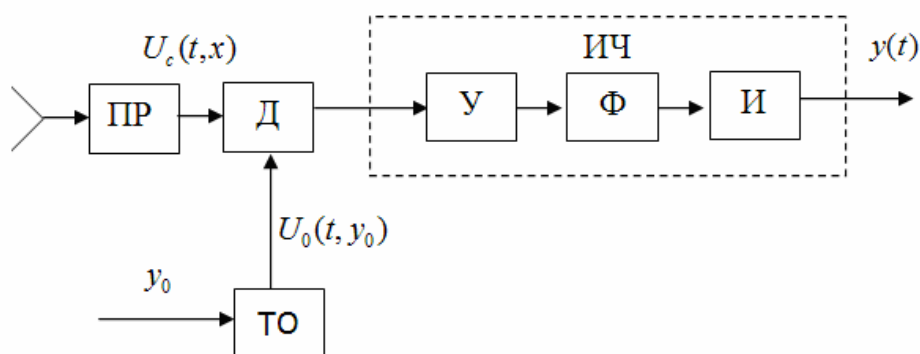


Рисунок 5 – Схема локационной системы без обратной связи

Дискриминатор в такой системе предназначен для измерения координаты $x(t)$, а исполнительная часть играет роль фильтра, выделяющего полезный выходной сигнал дискриминатора на фоне шумовой составляющей. Выходной сигнал дискриминатора можно вновь представить в виде суммы (4)

$$U_1(t, x) = K_0(x) + \xi(t), \quad (4)$$

где $K_0(x)$ – дискриминационная характеристика, или среднее значение выходного сигнала;

$\xi(t)$ – флюктуационный процесс.

При тех же свойствах дискриминатора его вновь можно рассматривать как безынерционное нелинейное звено, однако требование к форме ДХ здесь иное. Так как измеряется не рассогласование, а само значение координаты x , линейный участок ДХ должен лежать в пределах $-x_m < x < x_m$, где x_m – максимальное по модулю значение координаты. Обычно вне этого предела ДХ либо имеет ограничение, либо изменяется периодически. Требуемая форма ДХ локационной системы без обратной связи показана на рисунке 6.

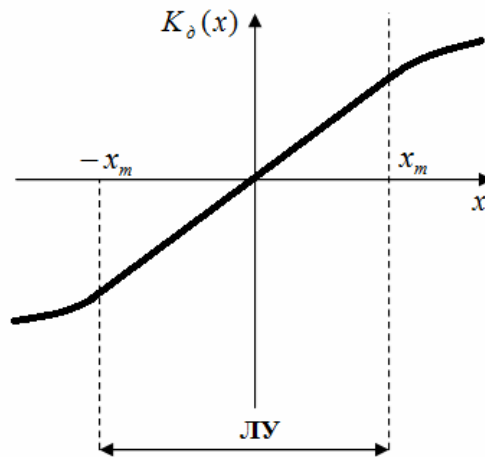


Рисунок 6 – График локационной системы без обратной связи

Крутизна ЛУ $k_d = k_d(x)|_{x=0}$ определяет коэффициент преобразования дискриминатора, а ее ширина - диапазон работы системы.

О флюктуационном процессе можно высказать те же соображения, что и в случае системы с обратной связью. Исполнительная часть системы играет роль фильтра низких частот для выделения полезной составляющей $K_d(x)$ на фоне шумовой $\xi(t)$. Математическая модель системы без обратной связи в виде структурной схемы изображена на рис.7.

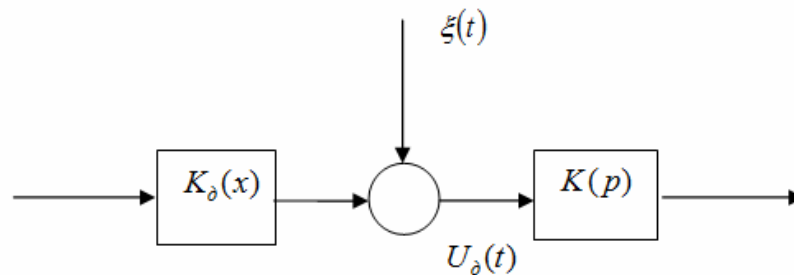


Рисунок 7 – Структурная схема математической модели без обратной связи

Сравнение принципов действия структурных схем систем с обратной связью (рис.4) и без обратной связи (рис.7) позволяет сделать некоторые выводы. Во-первых, требования к диапазону линейности статических характеристик дискриминаторов существенно различны. Если в замкнутой системе линейный диапазон имеет порядок величины ошибки слежения, в системе без обратной связи он должен быть не меньше всего диапазона изменения координаты и обычно на несколько порядков больше, чем у систем с обратной связью. Например, если дальномерное устройство работает в диапазоне дальностей от 0 до 1 м с ошибкой измерения в 1 мм, требуемый диапазон линейности в системе без обратной связи будет примерно в 10^3 раз больше, чем в системе замкнутой. Более того, в таких системах звено с дискриминационной характеристикой находится внутри контура обратной связи, поэтому нестабильность коэффициента преобразования мало сказывается на точности слежения.

В системах без обратной связи изменение k_d непосредственно повлияет на величину выходного сигнала, Одной из причин нестабильности k_d является наличие флюктуаций амплитуды сигнала, поэтому в системах без обратной связи для стабилизации амплитуды применяют ограничители, а это исключает возможность использования измерителей с

амплитудной модуляцией полезного сигнала. Нелинейность статической характеристики дискриминатора в системах без обратной связи может быть в какой-то степени скомпенсирована калибровкой системы, т.е. предварительным нахождением зависимости $k_{\phi}(x)$ и учетом этой функции при дальнейшей обработке сигнала. Однако калибровка - операция трудоемкая, и, как правило, ее требуется вести для каждого экземпляра системы в отдельности. Во-вторых, сравнительная оценка показывает, что в системах без обратной связи обеспечить разрешающую способность значительно труднее, чем в замкнутых, где она достигается специальной формой ДХ.

ВЫВОДЫ. Локационные системы без обратной связи, как правило, целесообразно использовать там, где требуемые точности измерений невысокие и в зоне локации находится не более одного объекта. Приведенные математические модели позволяют с общих позиций приступить к изложению методов исследования локационных систем, а детализация и уточнение структур осуществляются в процессе изучения принципов действия и свойств конкретных элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Невлюдов І.Ш. Автоматичне управління технологічними об'єктами / І.Ш. Невлюдов, О.В. Токарева. – Київ: НАУ, 2018. – 200 с.
2. Технічні засоби автоматизації: Підручник / І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, О.І. Филипенко, Н.П. Демська, С.П. Новоселов. – Кривий Ріг : Криворізький коледж НАУ, 2019. – 366 с.
3. Nevliudov, Igor, Oleksandr Tsybal, and Artem Bronnikov. "Intelligent means in the system of managing a manufacturing agent." Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries 1 (3) (2018): 33-47.

Научный руководитель: Токарева Елена Витальевна, к.т.н., доцент кафедры КИТАМ Харьковского национального университета радиоэлектроники

УДК 621.3.019; 539.5

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ГНУЧКИХ ДРУКОВАНИХ ПЛАТ

Ю.М. Піцур, В. К. Матюшенко, А. А. Скрипкин
Харківський національний університет радіоелектроніки
Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14
E-mail: ITZR-18-1@nure.ua

В роботі досліджено переваги гнучких комутаційних структур над традиційними жорсткими та гнучко-жорсткими друкованими платами, розглянуті передумови їх створення та застосування в існуючих та нових пристроях, які можуть бути зігнутими, прокатаними, складеними і розтягнутими при збереженні функціональної цілісності

Ключові слова: технічні засоби автоматизації, гнучкі комутаційні структури, сфера застосування

ANALYSIS OF THE TECHNOLOGY OF MANUFACTURING OF FLEXIBLE PRINTED CIRCUIT BOARDS

Yu.Pitsur, V. Matiushenko, A. Skrypkin

Kharkiv National University of Radioelectronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: ITZR-18-1@nure.ua

In this paper, the advantages of flexible commutation structures over traditional hard and flexibly hard printed circuit boards are considered, and the preconditions for their creation and application in existing and new devices that can be bent, rolled, folded and stretched while maintaining functional integrity are considered

Key words: technical means of automation, flexible switching structures, scope

ВСТУП. В сучасних умовах речі дуже швидко змінюються і збільшуються аж до медіа-інтерфейсів, при цьому розмір та форма самого об'єкту зменшується [1]. Із зростанням впливу цих об'єктів на всі сфери життя сучасного суспільства неминучим стає впровадження новітніх технологій [2]. І такою технологією визнано гнучку електроніку, що швидко розвивається як сфера досліджень, розробок, експериментального виробництва [3] та випробувань [4, 5].

У міру ускладнення конструкцій нових видів виробів електронної техніки, на основі гнучких багатошарових структур, може знижуватися ефективність їх проектування, виробництва й експлуатації, зокрема при їх широкому впровадженні у конструкціях компонентів мікроелектромеханічних систем [6].

ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ НА ГНУЧКІЙ ОСНОВІ. Виробництво гнучкої електроніки в наш час орієнтується на виготовлення таких виробів, як надмініатюрні радіотехнічні модулі, в тому числі інтегровані з сенсорами і системами для збору і передачі інформації, мініатюрні навігаційно-орієнтаційні системи для автономної навігації і позиціонування, мікроаналітичні системи типу «лабораторія на чипі» матричного і капілярного типів для біомедичного та технічного контролю біотехносфери, інтелектуальний високоінтегрований багатофункціональний одяг, в тому числі з епідермальною розподіленою сенсорно-виконавчою системою, розподілені, гнучкі і інші мініатюрні джерела енергії, включаючи рекуператори з ефіру і навколишнього середовища, мікроробототехнічні засоби наземного та повітряного базування, дисплеї, гнучкі акумулятори, фотоелектричні, освітлювальні, автомобільні та оборонні прилади та багато ін. (рис. 1) [7].

Сьогодні під гнучкою електронікою розуміють сукупність всіх технологій, які можуть потенційно забезпечити гнучкість пристроїв [8]. Термін «гнучка електроніка» (полімерна, друкована) відображає дві основні складові даного напрямку:

1) матеріалознавчий базис – конструктивно-матеріалознавчі особливості підкладок, систем комутації-ізоляції і функціональних елементів. Для виготовлення пристроїв гнучкої електроніки можна використовувати розчинні і друковані методи, що значно знижує вартість технологічних процесів і збільшує їх продуктивність. Використання матеріалів гнучкою електроніки дозволяє не тільки знизити вартість одного пристрою, але також робити пристрої великої площі, знизивши при цьому вартість одиниці площі. Це відіграє велику роль у виробництві дисплеїв і сенсорних інтерфейсів [8];

2) технологічний базис – комплекс способів формування функціональних елементів і систем комутації-ізоляції, заснованих на друкованих рулонних трафаретних і крапельно-струменевих технологіях. Перевагою таких технологій є більш прості і дешеві виробничі процеси, які дозволяють знизити вартість кінцевих пристроїв в порівнянні з традиційними технологіями електроніки. Так, можна знизити кількість циклів фотолітографії, уникнути високотемпературних процесів і спеціальних вакуумних умов [9].

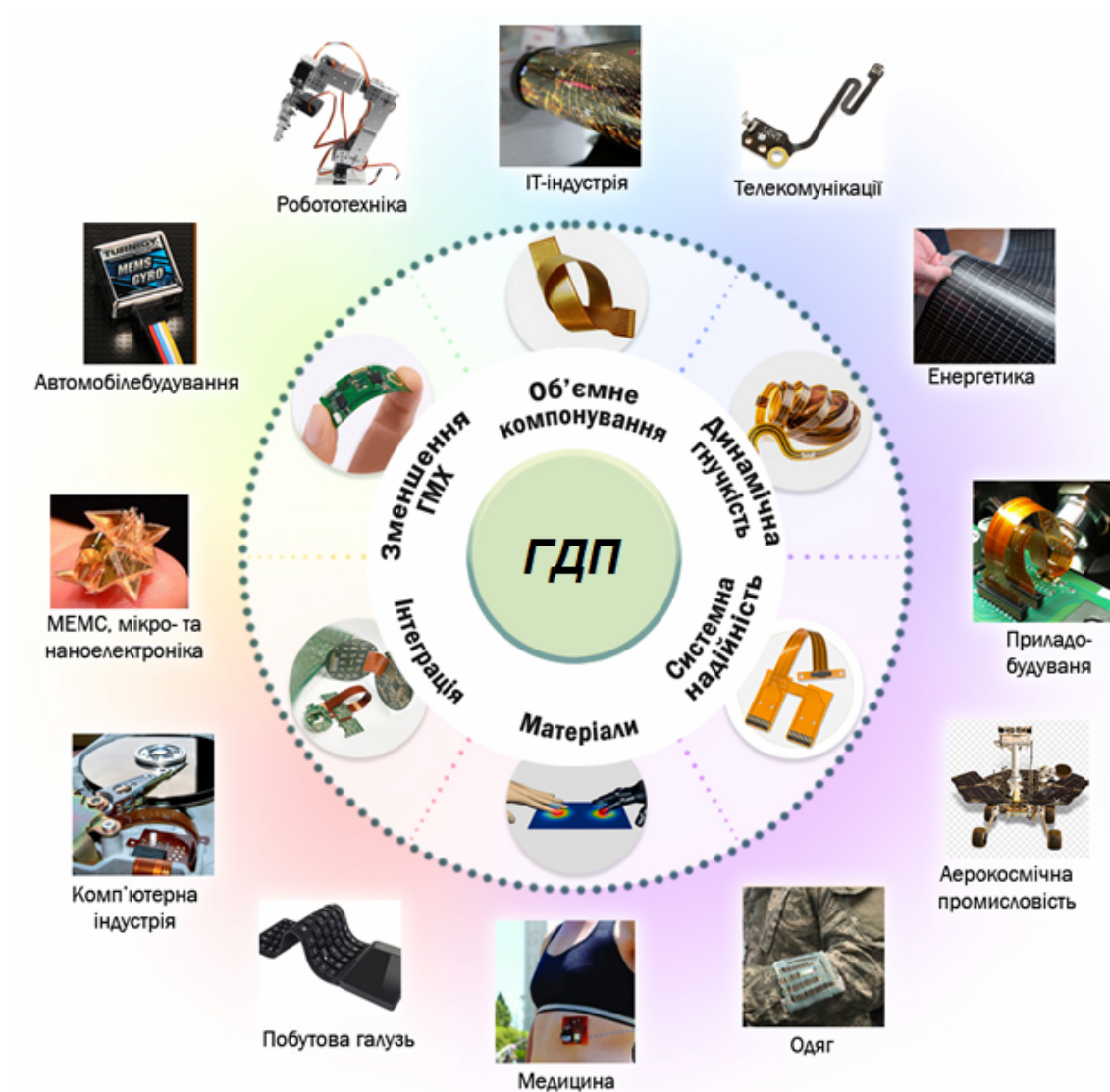


Рисунок 1 – Спектр можливих застосувань ГДП [7]

МАТЕРІАЛОЗНАВЧИЙ БАЗИС. Домінуючим базовим матеріалом для виробництва гнучких друкованих плат (ГДП) є поліімід. Хоча поліетилентерефталат значно дешевше, його застосовують значно рідше через більш вузький діапазон робочих температур і недостатню розмірну стабільність. Незважаючи на недоліки поліетилентерефталату, він все ж має ряд переваг, таких, наприклад, як хороша хімічна стійкість і низьке вологопоглинання, а також він легко формується (низькотемпературний термопласт) [10].

Адгезиви використовуються як для з'єднання мідної фольги з будь-якою плівкою, об'єднання шарів багат шарових конструкцій, приклеювання захисних шарів і ущільнювачів, так і створення клеєних ділянок на поверхні ГДП.

Мідна фольга використовується двох типів – катана ненагартована та електроосаджена. Катана фольга має більш високі механічні властивості, ніж електроосаджена, тому застосовується в основному для виробництва ГДП, розрахованих на динамічне навантаження і ГДП з подальшим формуванням контактів. Матеріали з алюмінієвою фольгою зустрічаються рідше, в основному, в екрануючих матеріалах.

Захисне покриття – це діелектричний матеріал, захищаючий зовнішні провідні шари від впливу навколишнього середовища. Може бути як у вигляді поліімідної або ПЕТФ плівки з нанесеному з одного боку шаром адгезиву, так і у вигляді рідкої фотопроявної композиції.

Плівкові матеріали характеризуються гармонійно поєднаною гнучкістю з базовими матеріалами, високою електричною і механічною міцністю, але обробляються, в основному, механічними способами, тому топологія захисних шарів має роздільну здатність. Рідкі фотопроявні покриття позбавлені цього недоліку, але так само в більшості своїй позбавлені і описаних вище переваг плівкових покриттів.

Екрануючі покриття – окремий тип покриттів, призначений для екранування провідників ГДП. Існує так само у вигляді плівкового композитного матеріалу і у вигляді рідких полімерних композицій, що містять наповнювач з провідних матеріалів, таких як мідь, срібло, графіт. Плівковий матеріал являє собою композит з діелектричного базового шару (поліфенілсульфід, PPS), шару алюмінієвої фольги електропровідного адгезиву, що дозволяє електрично зв'язати екрануючий і зовнішні провідні шари. Рідкі покриття наносяться методом сіткографії.

Для додання жорсткості окремих частин гнучких плат використовують додаткові елементи – ущільнювачі. Для їх виготовлення застосовують різні матеріали, що володіють необхідною жорсткістю: в основному це поліімід і FR4, рідше – алюміній і сталь. Як клеєні шари для ущільнювачів використовують адгезиви, чутливі до тиску або температури.

Існує досить широкий спектр матеріалів, призначених для виготовлення гнучких ПП, що відповідають різним вимогам механічних і електричних характеристик. Тим часом, далеко не всі виробники гнучких друкованих плат мають весь спектр вироблених матеріалів в наявності і обмежуються, як правило, певним набором «стандартних» типів, тому бажано заздалегідь уточнити у виробника ПП список наявних у нього матеріалів. Вибір рідко використовуваного типу матеріалу може спричинити за собою значне збільшення вартості друкованих плат і термінів виробництва.

За базу, як правило, використовують фольгований діелектрик, фольга в якому приклеєна до основи за допомогою адгезиву. Існують так само і безадгезивні матеріали, які, як правило, мають більш широкий робочий температурний діапазон, звичайний обмежуваний адгезивами, на рівні + 150 °С.

На рис. 2 показана структура адгезивного ламінату для двосторонніх і односторонніх гнучких друкованих плат відповідно [11]. У таблиці 1 представлені найбільш поширені базові матеріали.



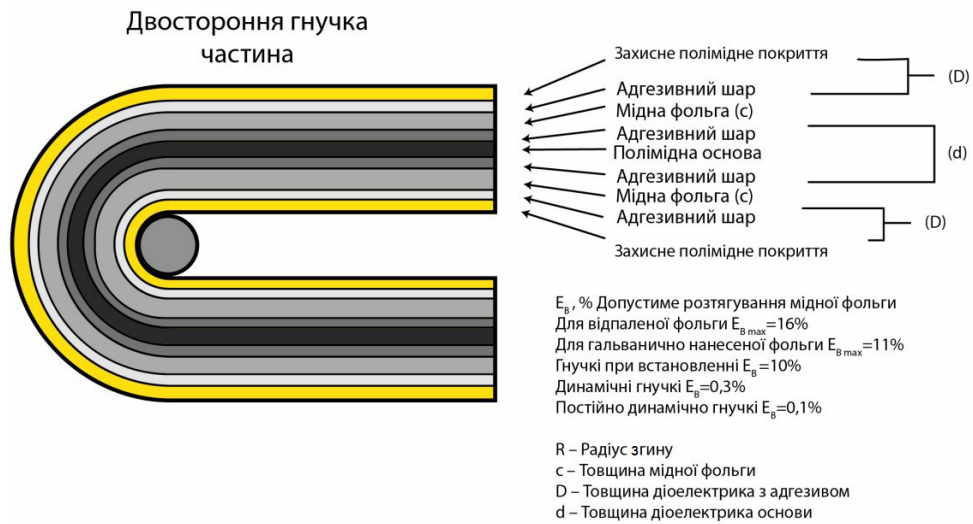


Рисунок 2 – Структура адгезивного ламінату для двосторонніх і односторонніх ГДП

Таблиця 1 – Найбільш поширені базові матеріали

Провідні шари	Поліімід	Адгезив	Фольга
1	12,5 мкм	13 мкм	18 мкм
	25 мкм	25 мкм	18 мкм
	25 мкм	25 мкм	35 мкм
2	12,5 мкм	13 мкм	18 мкм
	25 мкм	25 мкм	18 мкм
	25 мкм	25 мкм	35 мкм

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ БАЗИС. Дослідження в області матеріалів та механіки для гнучкої та розтяжної електроніки [3] обіцяють захоплююче майбутнє у носимій обчислювальній техніці та виробництві інтелектуальних об'єктів, але все ще далекі від індивідуальної конструкції. Перша – виготовлення методом рулонної обробки [3]. Літографія Roll-to-roll здатна до розміщення провідника дуже високої роздільної здатності на гнучких матеріалах підкладки, але при порівняно високій вартості.

Іншим способом виготовлення великомасштабних, недорогих гнучких матеріалів є адитивний друк провідників благородних металів, органічних провідників і навіть напівпровідників. Однак електричні та механічні характеристики отриманих матеріалів не роблять їх адекватною заміною для більш традиційних технологій виробництва. Третій підхід зосереджений на методах друку металевих провідників з наночастинок. Ці методи в даний час розробляються, тому деякі з них все ще є основними. Процеси друку на рулоні, які широко використовуються в схемах роз'ємів дисплея для забезпечення додаткової еластичності з'єднання при вбудовуванні і обмеженні задньої панелі (рис. 3) [3].

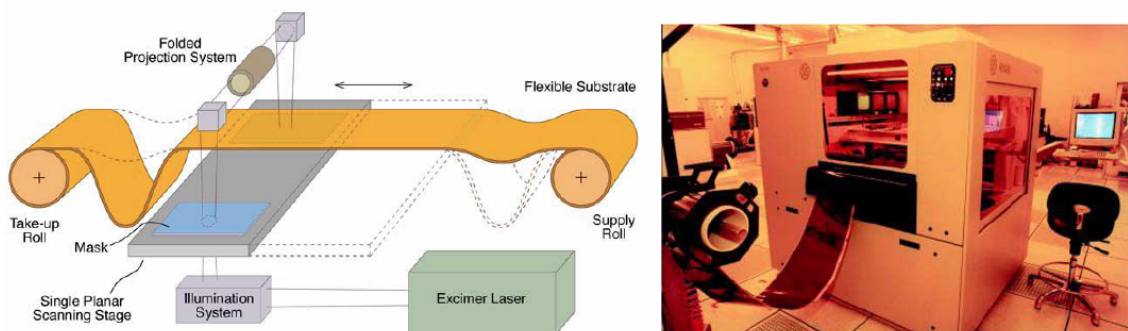


Рисунок 3 – Процеси друку на рулоні [3]

Другий процес – це друк кондуктивних слідів за допомогою срібних чорнил і готового струменевого принтера. Брались провідні срібні чорнила від Mitsubishi Paper Mill і друкували провідні сліди на папері. Опір листа становить $0,11 \Omega / \square$, $8 * 10^{-6}$ Ом-см, товщина 0,75 мкм. Друк – це процес хімічного спікання, а опір листа досягає стабільного стану через 5 ~ 10 хвилин, залежно від паперу. Незважаючи на те, що цей процес має меншу довговічність до вигину, друк із готовим принтером представляє велику перевагу в швидкому прототипуванні.

В експерименті вчені замінили чорнильний картридж (рис. 4 (b)) струменевого принтера (Brother DCP-J1 40W), а також налаштувавши налаштування друку; змогли виробляти провідні срібні сліди з однаковою якістю провідності. Перевагою даної методики є можливість швидкого створення прототипів на робочому столі. Також можна поєднати відбитки з кольоровими пігментами і навіть зондуючими матеріалами, щоб мати мультимодальний сенсорний лист, виготовлений в тому ж процесі.



(a) Приклад струменевого принтера з чорнильними картриджами із срібними наночастинками; (b) Срібні нано-чорнило і картриджі для заміни чорнила; (c) Приклад роздруківки з паперових заводів Mitsubishi обмежений

Рисунок 4 – Провідний струменевий друк з друкowanими послугами та чорнилом з провідними срібними частками [3]

Щоб реалізувати бачення гнучкої електроніки і сенсорних поверхонь, необхідно роздрукувати кожен окремий компонент, включаючи датчики, компоненти, такі як транзистори, батареї і навіть масиви пам'яті [3]. Рисунок 5 – ілюстрація художника [12] про майбутнє гнучкої електроніки, де стрічка датчика об'єднує тиск, датчики прискорення, електроніку для обробки сигналів, пам'яті і тонкоплівкових батарей. Ця компактна, автономна сенсорна стрічка може бути прикріплена до шолома для доступу до можливих травм мозку.

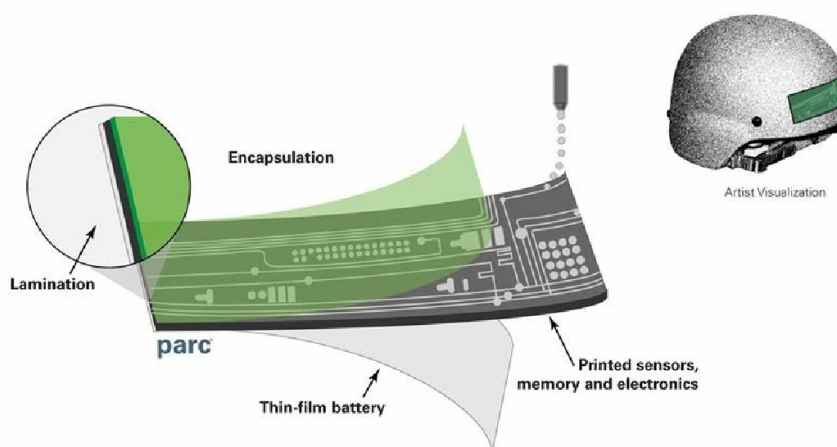


Рисунок 5 – Ілюстрація гнучкої друкованої стрічки датчика для діагностики легкої травматичної черепно-мозкової травми [3]

ВИСНОВКИ. Хоча гнучка технологія, для впровадження технології Industry 4.0, готова забезпечити безпрецедентну функціональність у майбутньому, на цьому етапі розвитку традиційні схеми все ще мають більш високі продуктивні можливості.

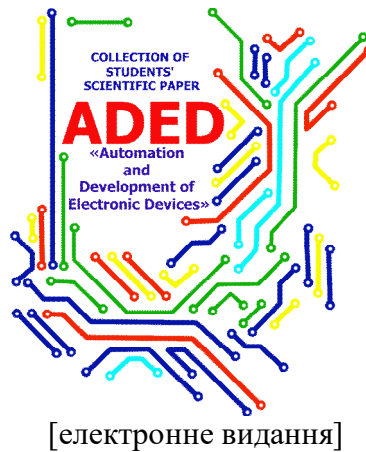
ЛІТЕРАТУРА

1. Gong N. W. Design and applications of inkjet-printed flexible sensate surfaces : дис. – Massachusetts Institute of Technology, 2013.
2. Святний В.А. Сучасні тенденції в автоматизації промислових комплексів / В.А. Святний, Д.Ю. Бровкіна // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2016. – № 1. – С. 32-39
3. Wong W. S., Salleo A. (ed.). Flexible electronics: materials and applications. – Springer Science & Business Media, 2009. – Т. 11. – 461 p.
4. Стенд для динамічних випробувань гнучких комутаційних шлейфів та МЕМС-компонентів: патент № 108066 України на корисну модель: МПК G01M 7/02 (2006.01) / О.С. Боцман, І.В. Жарікова, В.В. Невлюдова, С.П. Новоселов та ін.; опубл. 24.06.2016, Бюл. № 12. - 3 с.
5. Reboun, J., Pretl, S., Navratil, J., & Hlina, J. (2016). Bending endurance of printed conductive patterns on flexible substrates. Paper presented at the Proceedings of the International Spring Seminar on Electronics Technology, 2016 – September 184-188. doi:10.1109/ISSE.2016.7563185 Retrieved from www.scopus.com
6. Невлюдов І.Ш. Мікросистемна техніка та нанотехнології: Монографія / І.Ш. Невлюдов, В.А. Палагін. – К. : НАУ, 2017. – 528 с.
7. Демська Н.П. Гнучкі комутаційні структури: аналіз технологій та галузі застосування // Технологія приборостроєння. - 2019, №2. с. 42-48
8. Афанасьев П., Бохов О., Лучинин В. Создание технологического кластера гибкой печатной электроники //Наноиндустрия. – 2014. – №. 3. – С. 52-56.
9. Глушкова А.В. Гибкая электроника: настоящее и будущее [Электронный ресурс]: режим доступа: [https://phys.msu.ru/rus/about/sovphys/ISSUES-2017/04\(126\)-2017/25457/](https://phys.msu.ru/rus/about/sovphys/ISSUES-2017/04(126)-2017/25457/)
10. Медведев А. Гибкие печатные платы. Преимущества и применение / А. Медведев, Г. Мылов, Ю. Набатов, В. Люлина //Компоненты и технологии. – 2007. – №. 9. – С. 202-208.
11. Медведев А.М. Материалы для гибких печатных плат // Технологии в электронной промышленности. – 2011. – № 3.
12. "eMbedded Organic Memory Arrays (MOMA project)," [Online]. Available: <http://www.moma-project.eu/>.

Науковий керівник: Демська Наталія Павлівна, старший викладач кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки

АЛФАВІТНИЙ СПИСОК

А		<i>Микитенко А.В.</i>	75
<i>Алмосов Д. В.</i>	55	<i>Михайленко А. С.</i>	55
<i>Андрійв А.О.</i>	27	<i>Медовая К. Г.</i>	95, 99
Б		П	
<i>Бабак Т. О.</i>	31	<i>Піцур Ю.М.</i>	103, 191
<i>Баррі Ф.</i>	130	<i>Павленко В.І.</i>	34, 71, 81, 85
<i>Бендер В.В.</i>	118	<i>Павленко Т.І.</i>	114, 173
<i>Білоус М.Ю.</i>	34, 81	<i>Пазушко О.М.</i>	89
<i>Близнюк Д.С.</i>	147	<i>Панков А.А.</i>	59
<i>Бойко Д.О.</i>	141	<i>Пилипенко В. М.</i>	11
<i>Бондар А. А.</i>	168	Р	
<i>Борн С.О.</i>	122	<i>Радченко Я.О.</i>	20
<i>Брадул А. А.</i>	183	С	
<i>Бурма О.М.</i>	71, 85	<i>Сверчков М. О.</i>	55
В		<i>Самойленко Є.О.</i>	118
<i>Валковская Е. Ю.</i>	183	<i>Сергейко О. Ю.</i>	159
<i>Васюта С.А.</i>	67	<i>Ситало И. А.</i>	95, 99
<i>Верьовкін М.О.</i>	110	<i>Скрипкин А. А.</i>	191
<i>Волощенко І. О.</i>	51	<i>Скрипник К. Є.</i>	103
Г		<i>Стрілець Р.Є.</i>	152
<i>Гавриленко А. В</i>	7	Т	
<i>Гладських К. І.</i>	156	<i>Тарантін А.О.</i>	134
<i>Глотка В. О.</i>	168	Ц	
<i>Горожеєв В.В.</i>	38	<i>Циганок С.П.</i>	138
<i>Гоцкало С.С.</i>	59	Ф	
Д		<i>Філь С.В.</i>	165
<i>Деміров І.А.</i>	27	Х	
<i>Демська А.І.</i>	47	<i>Хіхля К.В.</i>	59
<i>Дерев'янку І.І.</i>	47	Ш	
З		<i>Шило Н.Ю.</i>	114, 173
<i>Завалій В.В.</i>	126	Ю	
<i>Запорожец В.А</i>	183	<i>Юсубов Є. К.</i>	55
И(І)			
<i>Ігнатенко Д. В.</i>	51		
К			
<i>Кугір А. В.</i>	11, 15		
<i>Ключко О.В.</i>	59		
<i>Козейчук Е.Ю</i>	64		
<i>Кондратюк М.В.</i>	122		
<i>Костенко С.В</i>	173		
<i>Костенко С.С.</i>	11		
<i>Кострова Г. Ю.</i>	183		
<i>Кузяєв Д. Р.</i>	43		
Л			
<i>Левченко Е. А.</i>	95, 99		
<i>Львов А. А.</i>	55		
М			
<i>Мажара А. Є.</i>	71, 85		
<i>Матюшенко В. К.</i>	191		



Відповідальний редактор: к.т.н., проф. Євсєєв В.В.

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

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2019) [Електронний ресурс]: збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2019. – Вип. 2. – 199 с.

COLLECTION OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER «AUTOMATION AND DEVELOPMENT OF ELECTRONIC DEVICES» ADED-2019 Part 2 (Key infrastructure 2019) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Electronics [electronic edition], 2019.- 199.p with.

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.