

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки



ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2020

(Випуск 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 2020

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



ЗБІРНИК
студентських наукових статей
«Автоматизація та приладобудування»
«Automation and Development of Electronic Devices»
ADED-2020
(Випуск 2)
[електронне видання]

Харків 2020

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.

Андрусевич Анатолій Олександрович, доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу національного авіаційного університету

Косенко Віктор Васильович, доктор технічних наук, професор, 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, доктор 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.

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-2020) [Електронний ресурс] : збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2020. – Вип. 2. – 298 с.

COLLECTION OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER «AUTOMATION AND DEVELOPMENT OF ELECTRONIC DEVICES» ADED-2020 Part 2 (Key infrastructure 2020) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Elektronik [electronic edition], 2020.- 298 p with.

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

Рекомендовано рішенням Вченої ради
факультету Автоматики і комп'ютеризованих
технологій
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол № 2 від 23.11.2020

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

ЗМІСТ

<i>Алексєєнко Д.В.</i>	
Автоматизація процесів прийняття рішення доступу до роботизованих об'єктів	9
<i>Білоус М. Ю</i>	
Аналіз сучасних середовищ розробки програмного забезпечення	13
<i>Близнюк Д.С.</i>	
RepRap Firmware. Аналіз особливостей прошивки	17
<i>Бородін К.О.</i>	
Аналіз мікропроцесорних систем	21
<i>Давидов О.В.</i>	
Методи підвищення продуктивності на підприємстві через автоматизацію	24
<i>Дієсперов А. В.</i>	
Вибір середовища візуалізації процесів інтелектуальної системи прийняття рішень для аналізу якості рішень	27
<i>Кононенко М.Д.</i>	
Пайка BGA компонентів	32
<i>Коритченко В.К.</i>	
Підтримка прийняття багатокритеріальних рішень у комп'ютеризованих і робототехнічних системах	35
<i>Коротенко І. В.</i>	
Інфрачервоні промені та їх застосування	40
<i>Крапивін В.С.</i>	
Аналіз засобів керування роботом Festo Robotino	44
<i>Кривуля О.М.</i>	
Аналіз показників якості зубчастих коліс	48
<i>Лукієнко І.О.</i>	
Дослідження видів екструдерів для харчових 3D-принтерів	52
<i>Медведев А.М.</i>	
Переваги використання компактних паяльних станцій під час технологічного процесу пайки	58
<i>Приходько В.О.</i>	
Аналіз хімічних властивостей композиційних матеріалів в залежності від механічних впливів	62
<i>Новенко М.Д.</i>	
Аналіз особливостей волоконно-оптичних сенсорів	66
<i>Панова А.С.</i>	
Використання інтелектуальних технологій для аналізу багатомірних даних	70
<i>Паскарюк Д.О.</i>	
Розпізнавання образів за допомогою нейронних мереж	74
<i>Рижов В.Б.</i>	
Аналіз можливостей сенсорної системи Festo Robotino	78
<i>Малінін Є.</i>	
Дослідження регулятора адаптивної системи управління фрезерним верстатом з ЧПУ ...	81
<i>Сухов В.О.</i>	
Підтримка прийняття багатокритеріальних рішень у комп'ютеризованих і робототехнічних системах	85

<i>Стрілець Р.Є.</i>	
Аналіз та налаштування програмного засобу для управління 3D – принтерами за технологіями стереолітографії NANODLP	89
<i>Тесля О.Р.</i>	
Вибір середовища моделювання та проектування для забезпечення якості виготовлення нероз'ємного з'єднання оптоволоконних кабелів	94
<i>Тищенко С.М.</i>	
Акселерометри: основні типи, принципи дії та характеристика	98
<i>Филиппов И.Ю.</i>	
Анализ электронных ключей на базе транзисторов	102
<i>Ходус Д.В.</i>	
Применение автоматической линии в машиностроительном производстве	108
<i>Шевченко К.О.</i>	
Створення главбоксу з урахуванням і контролем стану внутрішнього середовища	111
<i>Шевченко Д. О.</i>	
Создание умного дверного замка с конструктивной вариативностью	115
<i>Ракитенко Д. В.</i>	
Деякі задачі керованості рівняння теплопровідності в плоскій нескінченній стінці	119
<i>Білоус М. Ю.</i>	
Аналіз сучасних CAD/CAM/CAE систем у приладобудуванні	125
<i>Шило Н.Ю.</i>	
Зв'язок промислової автоматизації і контролюючих систем	129
<i>Єрмашева А. С.</i>	
Розробка структури цифрового осцилографу на базі Arduino Uno	133
<i>Стеценко К.В.</i>	
Системи слідкуючого привода промислового робота	136
<i>Шило Н.Ю.</i>	
Засоби захисту систем промислової автоматизації та управління	140
<i>Бородін К. О.</i>	
Процес регулювання і реєстрації сировини на виробництві метизних виробів	145
<i>Васільєв В.А.</i>	
Автоматизовані методи контролю друкованих плат	150
<i>Костенко С.В.</i>	
Агентне моделювання переміщення мобільних роботів	154
<i>Піддубний М.А.</i>	
Математичні моделі об'єктів автоматизації для конструювання програмного управління нагрівом конструкцій	158
<i>Белєй Р.С.</i>	
Інтелектуальна система тестування параметрів технологічного обладнання	165
<i>Мамонько Д.В.</i>	
Дослідження методів прокладання шляху мобільної платформи в невизначеному просторі	170
<i>Бабічев О.О.</i>	
Вплив ексцентриситету оптичних волокон на якість з'єднання оптичних волокон	175
<i>Зеленов Д.В.</i>	
Автоматична система діагностики генераторів змінного струму	180
<i>Стеценко К.В.</i>	
Функціонування гнучких виробничих систем	185

<i>Карікова К.Р.</i>	
Пристрій для виділення корисного сигналу на тлі перешкод	188
<i>Корхов Д.М.</i>	
Макет автоматизованої лінії для сортування та переробки відпрацьованих елементів живлення	194
<i>Калашиников М</i>	
Розробка методу ідентифікації деталей для процесу сортування на базі комп'ютерного зору	200
<i>Усенко Д.С.</i>	
Принципова будова сучасних оптичних волокон	206
<i>Рябовол Д.А.</i>	
Аналіз методів оцінки якості та ефективності інформаційних ресурсів	210
<i>Батуліна Д. А.</i>	
Аналіз концепції «JUST IN TIME»	216
<i>Бондаренко Ю.В., Гіль А.А., Валківська Є. Ю.</i>	
Аналіз програмного забезпечення для моделювання та тестування параметрів виробничої лінії	220
<i>Брадул А.А.</i>	
Аналіз малогабаритних фрезерних верстатів, які застосовуються у виробництві електронної техніки	224
<i>Закіпний К.П.</i>	
Аналіз існуючих систем та приладів для вимірювання температури тіла людини	228
<i>Козирь М. О.</i>	
Автоматизація вимірювань фотоелектричних параметрів концентраторних сонячних модулів	234
<i>Коротєєв Д.Р.</i>	
Огляд і аналіз методів 3D сканування і 3D сканерів	240
<i>Мажара А.Є., Левченко Є.О, Юрков Д. В.</i>	
Деградація (стагнація) та регенерація у кремнієвих сонячних панелях	246
<i>Левченко Є. О., Мажара А. Є., Юрков Д. В.</i>	
Дослідження технологій та методів обробки монокристалічних матеріалів	252
<i>Мамін В.А.</i>	
Імітаційне моделювання роботизованої виробничої ділянки	257
<i>Медведєв А.М.</i>	
Аналіз стану систем управління роботизованими системами	262
<i>Назаренко В.С.</i>	
Аналіз комп'ютерно-інтегрованих методів контролю гнучких друкованих плат	266
<i>Павленко В.І., Сітало І.А, Буць Д. Є.</i>	
Інтернет речей. Індустрія 4.0.	271
<i>Павленко В. І., Сітало І. А., Валківська Є. Ю.</i>	
Кіберфізичні системи	275
<i>Шалько Є.В.</i>	
Система стеження і підрахунку об'єктів складної геометричної форми на виробництві з використанням інфрачервоних датчиків	279
<i>Шевченко М.Ю.</i>	
Проектування оптимальних систем автоматичного управління	283
<i>Щербаков Г.Л.</i>	
Метод багатокритеріального вибору термодинамічного обладнання	287

ВИСНОВКИ. Таким чином, у роботі пропонується пристрій для виділення корисного сигналу на тлі перешкод. Розроблено структурну схему пристрою, запропоновано алгоритм роботи. Даний пристрій може бути використаний для захисту приміщень від несанкціонованого доступу або як запобіжний захист від пошкоджень вікон або вітрин. Крім того, результати розробки можуть бути застосовані в лабораторних роботах при вивченні принципів дії охоронних засобів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Магауенов Р. Г. Системы охранной сигнализации: основы теории и принципы построения : учеб. пособие / Р. Г. Магауенов. – 2-е изд. , перераб. и доп. – Москва : Горячая линия - Телеком, 2008. – 496 с. : ил. – ISBN 978-5-9912-0025-7.
2. Охоронні системи та системи відображення інформації: навч. посібник / Упоряд.: С.П.Новоселов. Харків: ХНУРЕ, 2007.– 260с.
3. Груба И. И. Системы охранной сигнализации. Технические средства обнаружения : [справ. пособ.] / И. И. Груба. – М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2012. – 220 с. : ил. – ISBN 978-5-91359-103-6.

***Науковий керівник:** Сичова Оксана Володимирівна, старший викладач кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки*

УДК: 631.36

МАКЕТ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ЛІНІЇ ДЛЯ СОРТУВАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ

Корхов Д. М.

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

Анотація: У роботі виконано аналіз сучасного стану проблеми утилізації відпрацьованих елементів живлення, зокрема розглянуто структуру та класифікацію цих елементів, а також сучасні засоби їх переробки. Запропоновано структурну схему макета для сортування та переробки батарейок, а також обрано його основні компоненти.

Ключові слова: елементи живлення, сортування, утилізація, макет, конвеєр, маніпулятори.

AUTOMATED LINE FOR SORTING AND PROCESSING OF WASTE BATTERIES

D. Korkhov

Kharkiv National University of Radio Electronics
Ukraine, Kharkiv, 14 Nauki Ave.
E-mail: dmytro.korkhov@nure.ua

Abstract: The paper analyzes the current state of the problem of used batteries utilization, in particular, the structure and classification of these elements, as well as modern means of their processing. The block diagram of the layout for sorting and processing of batteries is offered, and also its main components are chosen.

Key words: batteries, sorting, utilization, layout, conveyor, manipulators.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Сучасний світ неможливо уявити без батарейок та акумуляторів, які широко застосовуються у мобільних пристроях, пультах дистанційного керування, деяких медичних приладах і автомобілях.

Ще кілька десятиріч тому батарейки набагато рідше використовувалися в повсякденному житті, що було пов'язано з їхньою досить високою вартістю, складністю виробництва та малим попитом на них. Але за останні роки не тільки значно здешевів процес промислового виготовлення автономних джерел живлення, але й підвищилася потреба у компактних і переносних пристроях. Побутова електроніка стала широкодоступною, багато пристроїв, такі як: телевізори, кондиціонери, аудіоцентри, оснащені пультами дистанційного керування, для функціонування яких необхідні батарейки чи акумулятори. З'явилася безліч портативних електронних пристроїв (наручні годинники, електронні книжки, зубні щітки, дитячі іграшки, мобільні телефони та інше), для роботи яких також потрібні батарейки або акумулятори.

Раніше використані батарейки викидалися зі звичайними побутовими відходами, і, оскільки обсяг даного класу відходів був досить малим, це не створювало гострої екологічної проблеми. Не замислюючись чи маючи недостатньо інформації про небезпеку, яку являють батарейки, що відслужили свій термін, багато хто з користувачів до цих пір не сортує їх окремо, в результаті на даний час в Україні сміттєві звалища переповнені токсичними відходами.

За статистикою, родина з чотирьох людей щорічно викидає до 500 грам використаних елементів живлення. Сумарно в столиці набирається 2-3 тисячі тон викинутих батарейок на рік. У США американці щорічно купують майже три мільярди різних батарейок, і близько 180 тисяч тон цих батарейок у результаті потрапляють на звалища по всій країні. Підраховано, що в середньому батарейки становлять близько 0,25% від обсягу всього зібраного в мегаполісах сміття [1].

Використані батарейки містять у собі низку небезпечних токсичних складових, як свинець, марганець, літій і цинк [2]. Якщо їх викидати на звичайні звалища, а не переробляти, то токсини починають отруювати воду та ґрунт. Переробка ж дозволяє не лише захищати екологію та здоров'я людей, але і повторно використовувати деякі матеріали, а відповідно – менше їх видобувати [3].

Найоптимальнішим вирішенням проблеми великої кількості відпрацьованих елементів живлення є створення комплексів, які будуть безпечно розбирати та сортувати відпрацьовані елементи для подальшого повторного використання їх складових компонентів. Це дозволить зменшити кількість батарейок на звалищах, а також зменшити використання природних ресурсів, з яких виготовляються ці самі батарейки. Однак за умови використання такого способу переробки ціна на батарейки стане трохи вищою, тому що потрібно буде брати до уваги вартість переробки та інші витрати. Однак отримані після розкладання складові компоненти можна буде використовувати у виробництві.

Метою роботи є розробка та виготовлення макета автоматизованої лінії для сортування та переробки відпрацьованих елементів живлення.

Для досягнення цієї мети перш за все необхідно вирішити наступні завдання: провести ретельний аналіз предметної області, зокрема складу та типів елементів живлення, методів їх утилізації, а також розробити структурну схему макета та обрати його основні компоненти.

Але однією із головних проблем під час створення макета є різні форми та розміри батарейок.

Окрім батарейок циліндричного та прямокутного типу існують батарейки, схожі на «кнопки», яких також існує дуже багато видів, але усі вони відрізняються лише за діаметром, товщиною та ємністю. Саме через це у макеті буде встановлена система розпізнавання образів.

Склад батарейки наведено на рисунку 1. Позначення, прийняті на рис. 1: 1 – ізолятор; 2 – цинковий стакан, що є катодом; 3 – зовнішній корпус з тонкої сталі; 4 – ізолятор; 5 – графітовий стрижень (струмовідвід); 6 – агломерат (окислювальна речовина); 7 – електроліт; 8 – пустий простір; 9 – ущільнюючі прокладки; 10 – герметизуюча речовина; 11 – кришка батарейки; 12 – ізолятор; 13 – контакт аноду; 14 – пористий розділовий стакан (діафрагма).

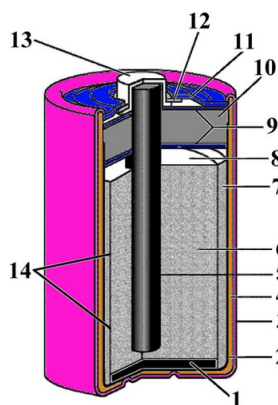


Рисунок 1 – Будова батарейки

Різновиди застосовуваних у сучасних електронних засобах елементів живлення наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Різновиди типорозмірів елементів живлення

Типорозмір	Назва	Ширина, мм	Висота, мм	Хімічний склад (приблизний)	Зовнішній вигляд
A (23)	Міні-мізинчикова	10,5	28,9	Сольові, лужні	
AA (03)	Пальчикова	14,5	50,5	Сольові, лужні, літєві	
AAA (6)	Мізинчикова	10,5	44,5	Сольові, лужні, літєві	
AAAA (40)	Маленька мізинчикова	8,3	42,5	Сольові, лужні	
C (14)	Середня	26,2	50	Сольові, лужні	
D (20)	Велика	34,2	61,5	Сольові, лужні	
PP3	Крона	26,5	48,5	Сольові, лужні, літєві	

Хімічний склад кожного виду батарейок суттєво відрізняється. Хімічні елементи, які найчастіше зустрічаються: цинк (Zn); кадмій (Cd); нікель (Ni); свинець (Pb); марганець (Mn); ртуть (Hg); літій (Li); вуглець (C); срібло (Ag); хром (Cr); вісмут (Bi); ванадій (V); індій (In) та інші домішки, відсотковий вміст яких є дуже малим.

У нашій країні відсутні заводи, які переробляють відпрацьовані елементи живлення. Однак у сусідніх державах вони є, зокрема, у Білорусі, Румунії, Польщі та інших [3-6].

На рис. 2 наведено приклад автоматизованої ділянки для сортування та переробки батарейок, яка функціонує на підприємстві ВАТ «БелВТИ» (м. Мінськ, Білорусь).



Рисунок 2 – Автоматизована ділянка з переробки елементів живлення на підприємстві ВАТ «БелВТИ»

Повних аналогів автоматизованої системи, що розробляється, майже не існує, однак приблизним аналогом є лінія утилізації на підприємстві «Мегаполисресурс» (рис. 3) [7-8]. Це підприємство переробляє 7 видів батарейок і акумуляторів. Близько 94,4% вторинних ресурсів повертається в промисловий оборот, батарейки розбирають на залізо, кольорові метали та їх солі.

Види батарейок і акумуляторів, що переробляються:

- марганцево-цинкові (MnZn);
- нікель-металгідридні (NiMH);
- літій-іонні (Li-ion);
- срібно-цинкові (AgZn);
- нікель-кадмієві (NiCd);
- літій-тіонілхлоридні (Li-SOCl₂);
- нікель-залізні.



Рисунок 3 – Конвеєрна стрічка на ділянці переробки батарейок на підприємстві «Мегаполисресурс» [8]

На підприємстві діє ручний тип сортування відпрацьованих елементів. Батарейки та акумулятори переміщуються конвеєром і потрапляють на ділянку сортування, де сортувальники розкладають їх згідно хімічному складу.

Наступним етапом є дроблення та магнітна сепарація, тут залізна оболонка відділяється від усієї подробленої суміші. Далі за допомогою води вимиваються залишки електроліту, який після цього використовується для нейтралізації кислот. Четвертим етапом є відділення кольорових металів за допомогою електролізу.

Заключним етапом є фільтрація нерозчинного графіту, в результаті чого отримується вологий графіт. У результаті такої переробки отримують порошки міді, марганцю та цинку, а також уламки чорного металу.

Головною проблемою такої переробки є процес сортування відпрацьованих елементів. Оскільки у цьому приймають участь безпосередньо люди, то вони знаходяться під загрозою хімічного опіку чи отруєння. Також однією з проблем є необхідність великої кількості електричної енергії для процесу електролізу; необхідність сушіння графіту для його подальшого використання.

На основі проведеного аналізу предметної області передбачається, що макет виконуватиме такі функції:

- сортування батарейок за розміром;
- розрізання батарейки;
- виймання графітового електроду;
- розкладання по окремих відсіках складових частин батарейок.

На рис. 4 наведено функціональну схему розроблюваного макета.

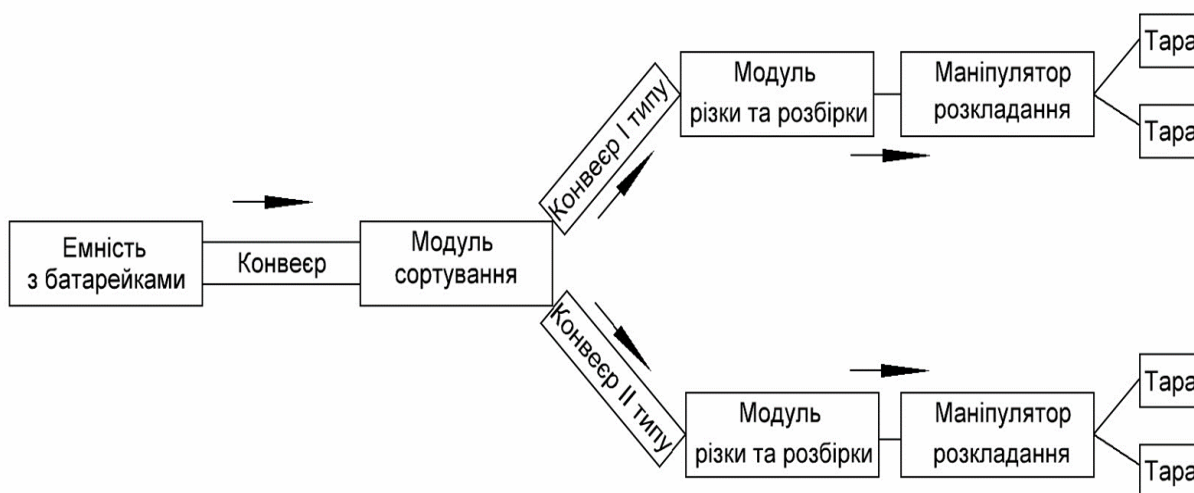


Рисунок 4 – Функціональна схема макета

Макет, що розробляється, поділяється на чотири основні модулі, а саме: ємність з батарейками, модуль сортування, модулі розбирання і різання та маніпулятори розкладання.

На рис. 5 наведено структурну схему розроблюваного макета.

Модулі, з яких складатиметься макет:

- подаючий конвеєр;
- камера розпізнавання форми та розмірів батарейок;
- маніпулятор сортування;
- обертаюча підставка для розрізання батарейок;
- маніпулятор для виймання графітового електроду;
- маніпулятор розкладання складових частин по відсіках.

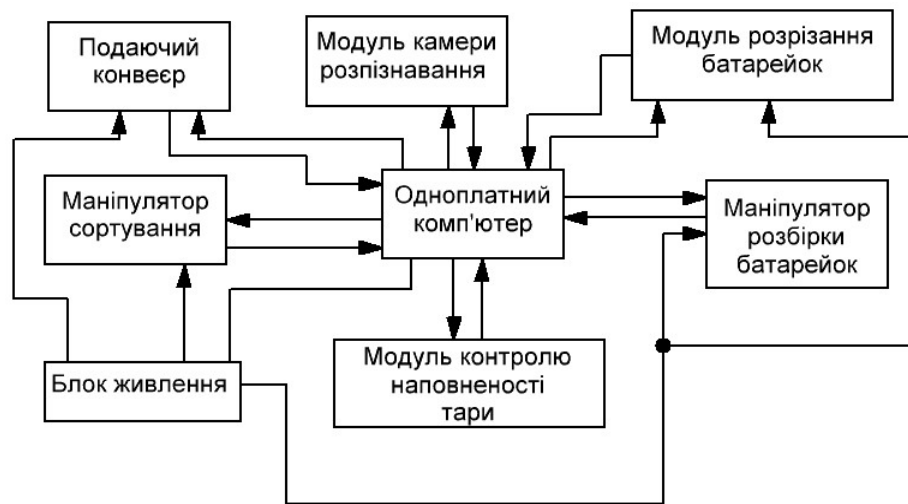


Рисунок 5 – Структурна схема макета

Система розпізнавання форми та розміру батарейок буде створена на базі одноплатного комп'ютера RaspberryPi 4. Як камера розпізнавання форми відпрацьованих елементів використовуватиметься OpenMV Cam H7, яка буде працювати у парі із одноплатним комп'ютером.

Усі конвеєри зроблені із гуми, що натягнута між двома роликами, один з яких задає натяг, а другий – привідний. Приводиться до дії конвеєри будуть за допомогою колекторних двигунів моделі 12GA-12-200, які керуються драйверами L9110S. Маніпулятори сортування та розкладання мають за основу кінематику роботизованої руки, механічні частини яких будуть роздруковані на 3D-принтері, приводиться до дії вони будуть за допомогою сервоприводів моделі MG996R.

Обертаюча підставка складатиметься з крокового двигуна, що обертає закріплену батарейку, та двигуна з відрізним диском, що відрізає верхню частину батарейки.

3D-моделі усіх маніпуляторів, деталей конвеєрів та інших елементів конструкції будуть розроблені в САПР SolidWorks та роздруковані на 3D-принтері.

Як операційна система на одноплатному комп'ютері встановлена Ubuntu, програма керування ,elt написана на мові Python 3.8 із використанням OpenCV для розпізнавання форми та розмірів відпрацьованих елементів живлення.

ВИСНОВКИ. Таким чином, у роботі проведено ретельний аналіз предметної області, зокрема складу та типів елементів живлення, методів їх утилізації. Розроблено структурну та функціональну схему макета автоматизованої лінії для сортування та переробки відпрацьованих джерел живлення й обрано його основні складові.

У процесі подальшої роботи необхідно буде:

- проаналізувати та визначити переваги та недоліки аналогів розроблюваного макета;
- розробити конструкцію макета;
- побудувати 3D-моделі усіх компонентів, що будуть друкуватися на 3D-принтері;
- виконати підбір електронних компонентів;
- розробити схему електричну принципову макету автоматизованої лінії для сортування та переробки відпрацьованих елементів живлення;
- розробити програмне забезпечення для керування та контролю процесу переробки відпрацьованих елементів живлення;
- «навчити» макет сортувати відпрацьовані елементи живлення за формою та розміром.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чем опасны батарейки – Режим доступу: <http://cgon.rospotrebnadzor.ru/content/62/1040/>. – 10.11.2019
2. Игнатенко Д. В. Анализ проблем утилизации отработанных элементов питания // Збірник студентських наукових статей «Автоматизація та приладобудування» ADED-2018). Вип. 2, 2018. – Харків: ХНУРЕ. – С. 8-11.
3. Полянська Я. Переробка батарейок: навіщо і як це працює в Чехії. – Режим доступу: <https://www.radiosvoboda.org/a/27506033.html>. – 23.01.2016.
4. Завод з переробки батарейок «GreenWEEE», Румунія. – Режим доступу: <http://batareyki.in.ua/post/zavod-z-pererobki-batareyok-greenweee-rumuniya>. – 08.02.2018.
5. Как в Беларуси начали перерабатывать батарейки. – <https://gkx.by/novosti/1155-kak-v-belarusi-nachali-pererabatyvat-batareyki>. – 16.08.2016.
6. Кирьянов А. Брестский инженер спроектировал мини-завод по переработке старых батареек. – Режим доступу: <https://tomin.by/news/brest/9679-brestskij-inzhener-sproektiroval-mini-zavod-po-pererabotke-starykh-batareek>. – 09.01.2015.
7. Утилизация батареек и аккумуляторов / ГК «Мегаполисресурс». – Режим доступу: <https://eco2eco.ru/utilizaciya/batareyki-i-akkumulyatory/>. – 2020.
8. Панкова И. Это не отходы, а сырье. Как работает предприятие по переработке батареек. – Режим доступу: <https://tayga.info/150689>. – 12.12.2019.

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

УДК: 681.3

РОЗРОБКА МЕТОДУ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ ПРОЦЕСУ СОРТУВАННЯ НА БАЗІ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

Калашников М. Ю.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
Украина, 61166, Харьков, пр. Науки, 14
E-mail: mykhailo.kalashnikov@nure.ua

Анотація: Було розроблено метод ідентифікації деталей для процесу сортування на базі комп'ютерного зору з використанням технологій нейронних мереж.

Ключові слова: програмне забезпечення, ідентифікація, розпізнавання, комп'ютерний зір, керування, навчання.

AUTOMATED CONTROL AND MONITORING SYSTEM FOR A CONVEYOR LINE

M. Kalashnikov

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

Abstract: Method for identifying parts for the sorting process based on computer vision using neural network technologies was developed.

Keywords: software, identification, recognition, computer vision, keruvanna, training.

Четверта промислова революція (Industry 4.0) спрямована на створення промислового середовища для інтелектуальних, функціонально сумісних і автономних виробничих середовищ