необхідно встановити додаток-середовище PlatformIO IDE.

PlatformIO – це open-source система для розробки. Ця система підтримує всі основні популярні мікроконтролери: Arduino, PIC32, AVR, ESP32, ESP8266, Raspberry Pi.

ВИСНОВКИ. У роботі було розглянуто лінії конвеєрного типу та засіб їх автоматизації з метою покращення. Було обрано складові частини для системи автоматизації та проведено аналіз переваг інтегрування такої системи. Використання мікроконтроллерної системи покращить конвеєрні стрічки без значних змін та витрат. Така система може бути корисна на будь-яких складах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Спиваковский А.О., Дмитриев В.Г. Теория ленточных конвейеров. М.: Наука, 1982. 190 с
2. Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Demska, N. and Starodubcev, N. (2021) Solving the issue of modernization of production equipment using cyber-physical manufacturing control systems. *Innovative technologies and scientific solutions for industries*, (3 (17), pp. 106–116. doi: 10.30837/ITSSI.2021.17.106..
3. Автоматизация работы ковейеров [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. Режим доступу: http://motorzlib.ru/books/item/f00/s00/z0000004/st017.shtml

Науковий керівник: *Євсєєв Владислав В'ячеславович, д.т.н., професор кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки*

УДК 657:005.3

РОЗРОБКА МЕТОДУ ПОБУДОВИ МАРШРУТУ ПЕРЕМІЩЕННЯ РОБОТОТЕХНІЧНОЇ ПЛАТФОРМИ У СИСТЕМІ СКЛАДУВАННЯ

Кулик А. А., Русаков В. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: alina.kulyk1@nure.ua, viktor.rusakov@nure.ua,

Дослідження проводиться в області проектування апаратної частини робототехної платформи у системі складування. Дослідження у цій області допоможуть визначити переваги цього технічного рішення та доцільність використання шаттлів для систем складування.

Ключові слова: система складування, шаттл, робот, Pallet Runner.

DEVELOPMENT OF THE METHOD OF CONSTRUCTION OF THE ROUTE OF MOVEMENT OF THE WORKING TECHNICAL PLATFORM IN THE STORAGE SYSTEM

A. Kulik, V. Rusakov

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, 14 Nauki Ave.

E-mail: alina.kulyk1@nure.ua, viktor.rusakov@nure.ua,

The research is carried out in the field of designing the hardware of the robotic platform in the warehousing system. Research in this area will help determine the benefits of this technical solution and the feasibility of using shuttles for warehousing systems.

Keywords: warehousing system, shuttle, robot, Pallet Runner.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.

В даний час все частіше на виробництві та в багатьох інших сферах діяльності замінюють роботи. У промисловості використовують стаціонарні роботи для складання, зварювання та фарбування та інших технологічних операцій. Здебільшого промислові роботи є стаціонарними. В інших же сферах, наприклад, розбір завалів, військових дій, розвідки, роботи в особливо небезпечній зоні використовуються мобільні роботи. Таким чином, машина виконує безліч функцій, які раніше виконувала людина, а людині нічого не загрожує. Використовуючи робототехнічні платфори у системах складування можна зменшити кількість несчасних випадків та збільшити кількість об'єктів, що зберігаються.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Система складування – це сукупність елементів, які забезпечують формування, просування, перетворення матеріального потоку складі і управління ним.

Головний принцип створення системи складування як основного інструментарію внутрішньоскладської логістики – використання індивідуальних рішень з урахуванням всіх факторів, що впливають на нього, – може забезпечити економічний успіх функціонування складу.

Загальна концепція логістичної системи полягає у її економічності. Економічний успіх забезпечується лише тоді, коли планування та реалізація складської системи відштовхуються від інтересів усієї фірми, будучи лише частиною загальної концепції складу. У результаті рентабельність складу і буде основним критерієм обраної загальної концепції.

Система складування має на увазі раціональне розміщення вантажу на складі та оптимальне управління ним. При створенні системи складування слід мати на увазі всі взаємозв'язки та взаємозалежності між зовнішніми (що входять на склад і що виходять з нього) та внутрішніми (складськими) потоками об'єкта та пов'язані з ними фактори:

– параметри складу;
– технічні засоби;
– особливості вантажу та ін.

Розробка схеми складування базується на виборі оптимальної системи з усіх існуючих систем для вирішення поставленого завдання методом кількісної та якісної оцінки. Цей процес вибору та оптимізації має на увазі виявлення пов'язаних між собою факторів, які систематизуються в кілька основних підсистем.

Отже, система складування включає такі складські підсистеми, як:

– складована вантажна одиниця;
– вид складування;
– обладнання для обслуговування складу;
– система комплектації;
– керування переміщенням вантажу;
– обробка інформації;

Також необхідно відзначити, що кожна підсистема включає цілий ряд елементів (рис.1).

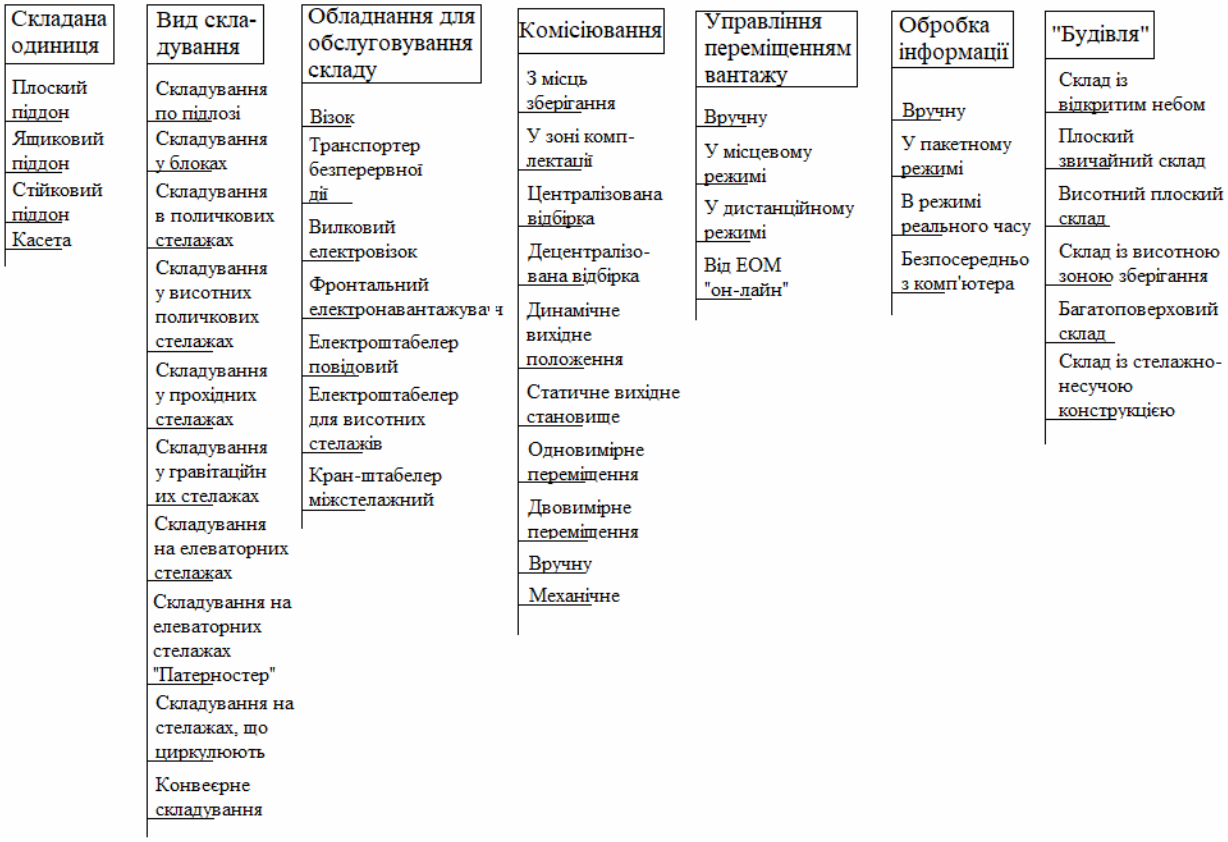

Рисунок 1 – Елементи системи складування

При цьому кількість елементів, що становлять основні підсистеми, може бути досить вагомою, а поєднання їх у різні комбінації ще більше збільшує альтернативність системи. Вибір оптимальної системи складського розміщення має проводитись у такому порядку:

– визначити значення складу у логістичному ланцюгу та його функції;

– визначити загальну спрямованість технічної оснащеності складської системи (тобто визначити її технічну базу – механізована, автоматизована, автоматична);

– визначати завдання, якому буде підпорядковано створення системи складування;

– вибирати елементи кожної складової підсистеми;

– створити комбінації вибраних елементів усіх підсистем;

– зробити попередній вибір конкурентоспроможних варіантів із усіх існуючих;

– провести техніко-економічну оцінку кожного конкурентоспроможного варіанта;

– здійснити альтернативний вибір оптимального варіанта.

Місце складу у складській системі та його функції безпосередньо впливають на технічну оснащеність складу.

Склад зустрічається у різних функціональних галузях логістики:

– постачальницької – такі склади створюються з урахуванням їхньої господарської власності (постачальника, посередника, виробника) та їх можна умовно поділити на 2 групи:

– склади сировини та матеріалів (вантаж, як правило, у рідкому або сипучому стані) працюють з однорідним вантажем, з великими партіями постачання, щодо постійної оборотності, що дає можливість ставити питання про автоматизовану складську переробку вантажу;

– склади продукції виробничого призначення (тарних та штучних вантажів). Як правило, це вантажі з високою масою відносно однорідної номенклатури, що вимагають в основному високого рівня механізації та автоматизації складських робіт;

– виробничі – ці склади пов'язані з обробкою вантажу щодо постійної номенклатури, що надходить і йде зі складу з певною періодичністю та малим терміном зберігання, що

дозволяє домогтися автоматизованої обробки вантажу або високого рівня механізації робіт, що проводяться;

– розподільні. Склади розподільчої логістики, основне призначення яких – перетворення виробничого асортименту в торгове і безперебійне забезпечення різних споживачів, включаючи роздрібну мережу, становлять найчисленнішу і в собі різноманітну групу. Вони можуть належати як виробникам, так і оптовій торгівлі:

– Склади готової продукції та розподільні склади виробників у різних регіонах збуту (філійні склади) займаються обробкою тарних та штучних вантажів однорідної номенклатури зі швидкою оборотністю, що реалізуються великими партіями. Це дає можливість здійснювати автоматизовану та високомеханізовану обробку вантажу. Практично це єдина категорія складів розподільчої логістики, де можна порушувати питання доцільності автоматизованої обробки вантажу.

– Склади оптової торгівлі товарами народного споживання переважно забезпечують постачання роздрібної мережі та дрібних споживачів. Такі склади в силу свого призначення концентрують запаси з дуже широкою номенклатурою вантажу та нерівномірною оборотністю (іноді сезонний товар) товару, що реалізується різними партіями постачання (від обсягу менше одного піддону до кількох одиниць піддонів однієї групи товарів).

Одним з інноваційних технологій, розроблених останнім часом для складів, є система зберігання Pallet Runner, яка забезпечує дуже високу щільність зберігання. Її на відміну від інших систем у повноцінному використанні складських площ. Така система вважається оптимальною для роботи терміналів та складів із значним обігом вантажів.

ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ PALLET RUNNER. Важливою особливістю даної системи є використання самохідного візка – радіокерованого шатла, який здійснює транспортування вантажів. На відміну від традиційних систем, які вимагають інтенсивної роботи штабелера, шатл може переміщати вантажі, перебуваючи усередині стелажів.

Шаттл встановлюється на рейки, передбачені в стелажах, і переміщається ними, реагуючи на команди оператора. Розміри шатла підібрані так, щоб відповідати розмірам піддонів. Оскільки піддони можуть мати кілька варіантів розмірів, випускаються і шатли із різними габаритами.

Шаттл є високотехнологічним пристроєм. Він має стійке шасі, а колеса покриті полімерними матеріалами, що забезпечують безшумність руху.

Вага найпоширенішого типу шатлів 370 кг при вантажопідйомності до 1,5 т.

Порожній візок пересувається зі швидкістю 0,9 метра в секунду, з повним навантаженням швидкість трохи падає до 0,75 м/сек.

Підйом та опускання палети вимагає 3 секунди, для цього використовується 4 гідроциліндри, розташовані рівномірно.

Одна зарядка дозволяє працювати шатлу до 20 годин.

Повна зарядка акумуляторів потребує трьох годин.

Шаттл можна використовувати при температурах від –30 до +40 °С.

Переваги технології Pallet Runner:

– проста конструкція, що складається із окремих модулів. Її елементи легко ремонтуються та замінюються.

– дистанційне управління. Шаттл виконує частину робіт з урахуванням власної програми, частина з допомогою команд оператора.

– відсутність простоїв. Шаттл практично завжди затребуваний на складі.

– значна швидкість обробки вантажів. Візок рухається з гарною швидкістю, разом зі штабелером він здатний швидко наповнити прохід піддонами з вантажем.

– можливість функціонування за принципами FIFO та LIFO, що є недоступним для деяких систем зберігання.

– тривала робота від однієї зарядки. При цьому зміна батарей проводиться досить легко протягом декількох хвилин. Витягнуті батареї можна встановити на підзарядку.

– автономність шатлу. Йому не потрібні дроти чи інші способи подачі енергії.

– можливість використовувати самохідний візок у складах із різним температурним режимом, у тому числі й у холодильних складах.

– наявність підйомного пристрою у шатлі. Він спрацьовує швидко і має достатню вантажопідйомність. При цьому підйом проводиться рівномірно, що виключає перекидання та пошкодження вантажу.

– максимальний коефіцієнт використання площі складу. Стелажі заповнюються вантажами з високою швидкістю, що робить оптимальним використанням шатлів на складах з інтенсивним вантажопотоком.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бадагуєв Б.Т. Навантажувально-розвантажувальні роботи. М: Альфа-Прес, 2017
2. Гаджинський А.М. Сучасний склад. Організація, технології, управління та логістика. Навчально-практичний посібник. М: Проспект, 2015.
3. Логістичні транспортно-вантажні системи Підручник для студ. вищ. навч. закладів. / За ред. Апатцева В.І., Левіна С.Б., Ніколашин В.М. М: ІЦ Академія, 2010.
4. https://skladovoy.ru/avtomatizirovannaya-sistema-ckladskogo-xraneniya-vysokoj-plotnosti-pallet-runner.html
5. https://studfile.net/preview/3960786/page:5/

Науковий керівник: *Євсєєв Владислав В'ячеславович, д.т.н., професор кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки*

УДК 62.932:007.52

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОТОКОЛУ M2M В КІБЕР-ФІЗИЧНИХ СИСТЕМАХ

Шалько Є. В.
Харківський національний університет радіоелектроніки
Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14
E-mail: yevhenii.shalko@nure.ua

Дана стаття присвячена аналізу сучасної концепції Industry 4.0 в рамках керування процесами на виробничому підприємстві. Проведено аналіз сучасного підходу до автоматизації на базі концепції автоматизації виробництва Industry 4.0 з впровадженням кібер-фізичних виробничих систем. В ході дослідження було проаналізовано роль Industry 4.0 у сучасному підприємстві та архітектури для кібер-фізичних виробничих систем, такі як CPPS 5C та CPPS 8C.

Ключові слова: Industry 4.0, кібер-фізичні виробничі системи (CPPS), керування виробничими процесами.

STUDY OF APPLICATION OF M2M PROTOCOL IN CYBER-PHYSICAL SYSTEMS

Y. Shalko
Kharkiv National University of Radio Electronics
Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14
E-mail: yevhenii.shalko@nure.ua

This article is devoted to the analysis of the modern concept of Industry 4.0 in the process of process management at the manufacturing plant. The analysis of the modern approach to automation based on the concept of automation of production Industry 4.0 with introduction of cyberphysical production systems is carried out. The study analyzed the role of Industry 4.0 in