



NURE
Kharkiv National University
of Radioelectronics



VI International Conference
MANUFACTURING
&
MECHATRONIC
SYSTEMS

M&MS 2022, 21-22 October, Kharkiv, UKRAINE

УДК: 005:004.896:62-65:338.3

Виробництво & Мехатронні Системи 2022: матеріали VI-ої Міжнародної конференції, Харків, 21-22 жовтня 2022 р.: тези доповідей / [редкол. І.Ш. Невлюдов (відповідальний редактор)].-Харків: [електронний друк], 2022. – 136 с

У збірник включені тези доповідей, які присвячені сучасним тенденціям розвитку технологій та засобів виробництва та мехатронних систем, передовому досвіду та впровадженню їх в галузях систем промислової автоматизації та керування виробництвом; системній інженерії; CAD/CAM/CAE системах; мехатроніці (електро-механічних системах, електронних інструментах систем керування, механічних CAD системах); робототехніці та засобах інтелектуалізації; MEMS (сучасних матеріалів та технологіях виготовлення MEMS) та компонентах і технологіях автоматизації видобутку, переробки та транспортування нафти та газу.

Редакційна колегія: І.Ш. Невлюдов, В.В. Євсєєв.

Manufacturing & Mechatronic Systems 2022: Proceedings of VIst International Conference, Kharkiv, October 21-22, 2022: Theses of Reports / [Ed. I.Sh. Nevlyudov (chief editor).] .- Kharkiv .: [electronic version], 2022. - 136 p.

The collection includes the theses of reports on modern trends in the development of technologies and means of production and mechatronic systems, top experience and implementation of them in fields of: industrial automation and production management systems; systems engineering; CAD/CAM/CAE systems; mechatronics (electrical and mechanical systems, electronic control tools, mechanical CAD systems); robotics and intellectual tools; MEMS (modern materials and manufacturing technologies MEMS) and components and technologies for the automation of oil, gas and oil extraction, processing and transportation.

Editorial board: Igor.Sh. Nevlyudov, Vladyslav.V. Yevsieiev



© Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки (KITAM), ХНУРЕ, 2022

Міністерство освіти і науки України (МОНУ)
Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ)
Варшавський університет сільського господарства (WULS - SGGW)
Азербайджанський державний університет нафти і промисловості
Національний університет «Львівська політехніка»
Festo Didactic Україна
Jabil Circuit Ukraine Limited

ТОВ «Науково-виробниче підприємство «УКРІНТЕХ»»
Факультет автоматики і комп'ютеризованих технологій (АКТ)
Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки (КІТАМ),
Державне підприємство «Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування»
Державне підприємство «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості»

МАТЕРІАЛИ

VI-ої Міжнародної Конференції
ВИРОБНИЦТВО
&
МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ 2022
(21-22 жовтня 2022)
Харків, Україна



Моделі керування вантажно-транспортними пристроями виробів широкого призначення

Владислав Карабін¹, Вікторія Невлюдова²

1. Студент, Кафедра КІТАМ, Харківський національний університет радіоелектроніки, УКРАЇНА, Харків, пр. Науки. 14, email: vladyslav.karabin@nure.ua

2. Доцент, Кафедра КІТАМ, Харківський національний університет радіоелектроніки, УКРАЇНА, Харків, пр. Науки. 14, email: viktorii.nevliudova@nure.ua

Анотація: Система автоматичного зберігання та пошуку даних Jtracking (AS/RS) повністю експлуатується без людської праці для автоматичного зберігання та заявки на товари. Це новий піднятий тип складського господарства для адаптації економіки, що розвиває попит у сучасному поколінні.

I. ВСТУП

Рішення про інвестування в автоматизованому складі є серйозною проблемою, особливо для малих і середніх компаній. Маючи складські та пошукові машини і транспортні засоби, доступні дві технології, які зарекомендували себе на практиці і які вирізняються індивідуальною ідентифікацією.

Переваги та недоліки цих технологій.

У той час як системи АКЛ вважаються міцними і надійними і можуть експлуатуватися економічно, системи шатла (AS/RS) характеризуються своєю високою гнучкістю, динамічними характеристиками і високою готовністю системи в разі відмови транспортного засобу. З іншого боку, існує негнучкість і основні наслідки несправності автоматизованої системи складу, а також складність і пов'язані з цим високі витрати на придбання та обслуговування системи шатла.

Якщо ви подивитесь на щорічну кількість введених в експлуатацію складів деталей і систем шатла, стає зрозумілим, що обидві системи існують пліч-о-пліч з 2015 року і що в обидві системи щороку вкладають численні інвестиції (див. Рис.1). Це також означає, що в призначених для користувача галузях, як ось оптова та роздрібна торгівля, постачальники послуг аеропорту, а також харчова та автомобільна промисловість. Інвестиційні рішення щодо цих двох систем мають ухвалюватися на регулярній основі.

Важливі параметри рішення на які слід зважати – це, насамперед, вимоги до продуктивності (пропускна спроможність і вантажопідйомність), структурні параметри, ефективність та економія, а також гнучкість логістичних процесів. Під час ухвалення рішення необхідно враховувати ієрархічні залежності.

Щорічне введення в експлуатацію човникових і автоматизованих складських систем широкого призначення на основі користувацької статистики для автоматичних систем зберігання і комплектації.

Нарешті, загальна концепція завжди має вирішальне значення, не існує простого практичного правила для прийняття рішень. Тому під час ухвалення інвестиційного рішення важливо враховувати цілу низку різних параметрів, які складно зрозуміти взагалом і які не лінійно залежать один від одного.

Отже, для прийняття усвідомленого вибору потрібне кількісне підґрунтя.

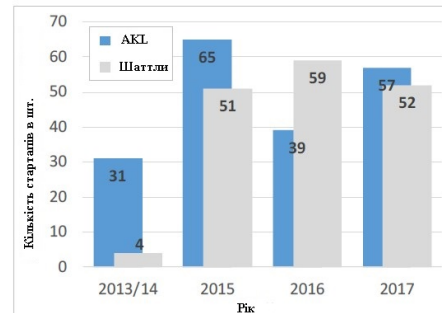


Рис.1. Статистика введення систем зберігання і комплектації

У численних науково-технічних статтях дві системи або розглядаються ізольовано одна від одної, або порівнюються тільки якісно. У більшості випадків не дається ніяких рекомендацій або даються лише розпливчасті рекомендації що до технології автоматизації, яка повинна бути обрана для завдання передачі товарів до людини в області дрібних деталей. Цю прогалину в дослідженнях передбачається закрити ціми тезами.

У цих тезах представлено кількісну модель рішення для структурованого вибору найбільш підходящої технології автоматизації для конкретного додатку. У моделі, заснованій на певних вхідних параметрах і системних вимогах генеруються, порівнюються й оцінюються відповідні альтернативи для обох варіантів зберігання. Взагалом складне рішення можна структурувати й ефективно розробити за допомогою обраної процедури. На основі отриманої моделі прийняття рішень створюється цілісний підхід.

II. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Система автоматичного зберігання та пошуку даних Jtracking (AS/RS) повністю експлуатується без людської праці для автоматичного зберігання та заявки на товари. Це новий піднятий тип складського господарства для адаптації економіки, що розвиває попит у сучасному поколінні. Вертикальний високошвидкісний стелаж - основна допоміжна структура, за допомогою якої можна було б реалізувати вертикальне сховище загалом по AS/RS. Його продуктивність впливає на роботу всього складу та відповідного обладнання (рис.2).

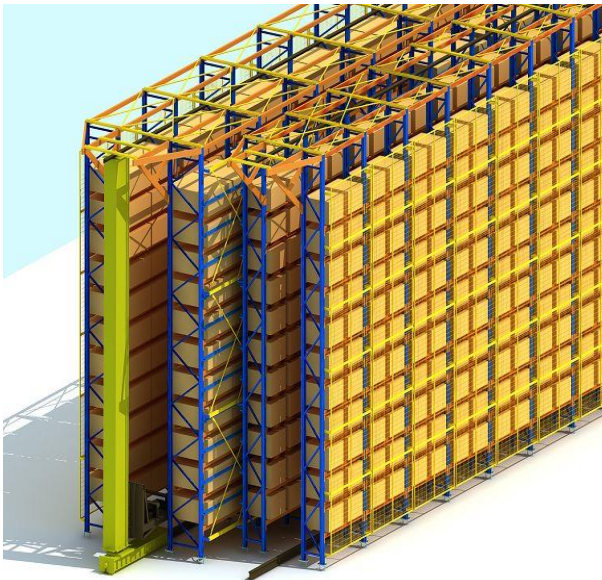


Рисунок.2. Система AS/RS

Особливості системи AS/RS:

- Максимізувати доступні місця для зберігання в існуючих структурах, не допускаючи зберігання і розширення за межами сайту.
- Мінімізація загальної площі будівлі до 50% порівняно зі звичайними складами.
- Зниження витрат на енергію на 40% у більш прохолодних середовищах.
- Зниження витрат на шкоду роботі та виробам.
- Підвищення точності інвентаризації та обслуговування клієнтів.
- Розроблення за вимогами замовника.
- Можна розмістити будь-яке існуюче приміщення об'єкта.
- Максимально збільшує складські можливості.
- Надійний, бездротовий, низький рівень технічного обслуговування.
- Зменшення робочої сили.
- Забезпечує більш надійне рішення, ніж інші рішення для глибокого зберігання.

Система AS/RS складається з наступних комплектуючих: запчастини (1), автоматичні тристоронні штабелери (2), залізничні рейки (3).

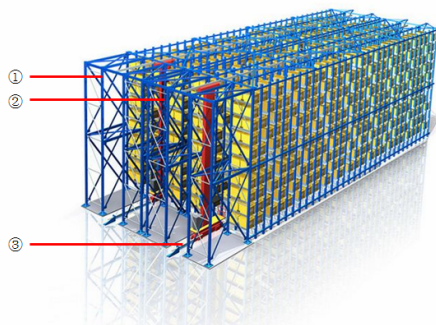


Рисунок.3. Структура AS/RS

Система AS/RS складається в основному з трьох частин:

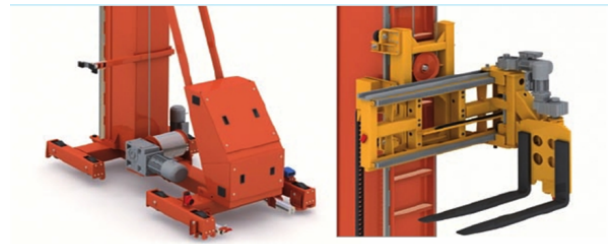


Рисунок. 4.Складава AS/RS

Нижня напрямна база підтримує всю конструкцію і рухає її по довжині (рис.4).

Колонка. Цей елемент дозволяє легко досягти всіх різних висот. Елемент екстрактора. Це тристороння вилка, яка переміщується за допомогою голови, яка може рухатися вліво, вправо і вперед, щоб отримати доступ до навантаження.

III. МЕТОДИ РЕАЛІЗАЦІЇ

Директива VDI 2692 [15] визначає автоматичні склади широкого призначення (AKL) як системи, "які транспортують і зберігають вироби зазвичай у стандартних навантажувальних засобах (контейнерах, лотках, ящиках тощо) - в автоматизованому процесі". Крім того, склад широкого призначення типовий, завдяки використанню складських машин, зазвичай керованих за трьома осями для управління полицями" [15]. З іншого боку, важливою особливістю човникової системи є "значний поділ горизонтального і вертикального транспортування" [15]. Зазвичай човникові транспортні засоби перебирають на себе горизонтальне транспортування, а також приймання та розвантаження вантажу, тоді як вертикальне транспортування здійснюється за допомогою ліфтів [15]. Товари, передані на аутсорсинг, транспортуються через конвеєрне з'єднання до однієї або кількох станцій комплектування, де відбувається фактичний процес комплектування (принцип передачі від товарів до людини) [13].

Розглянемо метод міжфункціонального планування розподільчих центрів з використанням теорії графів [7]. Для кожної функціональної області розподільчого центру, тобто надходження товарів, комплектації замовлень, пакування тощо враховуються різні технічні рішення, так звані базові модулі. Різні варіанти проектування розподільчого центру представлені з'єднанням окремих базових модулів у граф, для якої оптимальне з погляду витрат рішення у вигляді оптимального маршруту може бути визначено за допомогою алгоритму Дейкстри.

Процедура одночасного визначення планування складу та політики контролю [11] використовується для визначення компонування в області ручного відбору. На основі заданих чинників введення і вимог, таких як очікуваний попит на продукцію, складські потужності або виробничі потужності полягає в тому, щоб вибрати макет із найкоротшим часом комплектування. Конкретної конфігурації не вказано, але в рішення включено різні технічні реалізації. Метод досліджує можливі реалізації, які є результатом комбінації. Стріла човника описує зростаюче використання човникових систем у контексті

внутрішньої логістики та виправдовує цей розвиток постійно зростаючим асортиментом товарів і дедалі дрібнішими поставками [1]. Завдяки своїй гнучкості, човникові системи особливо підходять для цих вимог. Обидві системні концепції мають своє значення і неможливо дати загальну оцінку цим двом концепціям. Стріла човника використовує логістичну щільність потужності (співвідношення пропускної здатності та ємності сховища) як критерій вибору системи [1]. Однорівневі човники між проходами рекомендують для складів із високою щільністю логістичної потужності, а багаторівневі човники або системи зі зміною проходів рекомендують для складів із низькою потужністю. Згідно з стрілою човника системи зберігання і пошуку знаходяться посередині і особливо підходять для вимог постійної пропускної здатності.

Добре обгрунтоване і докладне планування ставиться на передній план при виборі між двома системами [5]. Зокрема, слід брати до уваги критерії обсягів зберігання, необхідну продуктивність і майбутній розвиток з погляду компонування, інвестицій та експлуатаційних витрат. Планування складу, зокрема, може виявитися вирішальним фактором, якщо це має вирішальне значення для місткості сховища, експлуатації системи шатла. Такий підхід може призвести до збільшення інвестицій та експлуатаційних витрат до 30% [5]. У источнику [5] дається приблизна рекомендація для ухвалення рішення, що ґрунтується на динаміці двох критеріїв (кількість замовлень і комплектів за годину - тенденція до системи човника) та об'єму (кількість товарів і ємність зберігання - тенденція до класичної системи складування дрібних деталей).

У джерелі [15] рекомендується крани-штабелери для складських приміщень із низькою пропускною спроможністю та великою місткістю, а також у зонах із важкими вантажами. Оскільки ці вимоги також будуть важливі у майбутньому автор бачить безпечну нішу для цих систем. З іншого боку у джерелі [5] рекомендується човникові системи для високодинамічних застосунків, де швидкість, мале споживання місця і гнучкість в обігу є ключовими. Однак, загалом вигода для клієнта та загальна продуктивність логістичної системи перебувають на передньому плані, тому дуже важливим є цілісний погляд на всі вимоги, адаптовані до відповідного застосунку. Хоча системи шатлів взагалом мають більший потенціал для подальшого розвитку, системи SRM залишаються більш важливими через їхню технічну складність.

Частина планових та інвестиційних рішень називає три основні параметри для ухвалення рішень: гнучкість логістичних процесів, середня очікувана пропускна здатність і можлива розширюваність логістичної системи. Автор джерела [6] рекомендує використовувати систему шатлів, якщо є реалістичні цілі зростання і підвищені вимоги до пропускної спроможності, які задоволені за допомогою додаткових транспортних засобів шатла. Якщо логістичні процеси чітко визначені, денну пропускну здатність можна легко розрахувати, використовувати систему AKL.

В джерелі [4] автор розробляє комплексний метод планування для поліпшеного планування автоматичних систем зберігання, що є альтернативою традиційній процедури послідовного планування, в якій спочатку визначається грубе планування з ємністю складських приміщень, а на його основі розраховується вантажопідйомність. Щоб остаточно оцінити інвестиційні витрати, [4] пропонує використовувати цілісну модель планування, яка робить складське планування, Планування складу стає більш керованим з великою кількістю варіантів планування. Таким чином, необхідно скоротити обсяг робіт з планування, які залежать від знань і досвіду, і в той же час можна буде знайти оптимальну продуктивність і вартість. Загальна розроблена модель складається з трьох підмоделей, які розраховують геометрію складу (включно з кількістю складських площ), продуктивність вантажно-розвантажувальних робіт та інвестиційні витрати для різних типів складів. Таким чином, генеруються численні альтернативи і розраховуються їхні ключові показники (геометрія, кількість паркувальних місць, продуктивність вантажно-розвантажувальних робіт, інвестиції). Потім за допомогою функції оптимізації дається рекомендація щодо альтернативного сховища, яка призводить до найменших інвестиційних витрат. Предметом цього дослідницького проекту є автоматичні складські системи з кранами-штабелерами, зокрема багатоярусні склади (AS/RS). Човникові системи не враховуються.

На закінчення можна констатувати, що складність вибору між двома технічними версіями підкреслюється всіма авторами. Незважаючи на те, що окремі переваги та недоліки складських систем і шатлів для дрібних деталей повністю відомі й описані в літературі, все ще потрібні величезні зусилля з планування, щоб знайти системне рішення, адаптоване до індивідуальної ситуації та вимог замовника. Хоча розробники можуть засновувати свій вибір системи на загальних рекомендаціях до дії, вибір однієї з двох альтернативних систем залишається індивідуальним і частково суб'єктивним рішенням. Структура, функціональність і класифікація моделі прийняття рішень у загальному процесі планування зображена на рисунку 5.

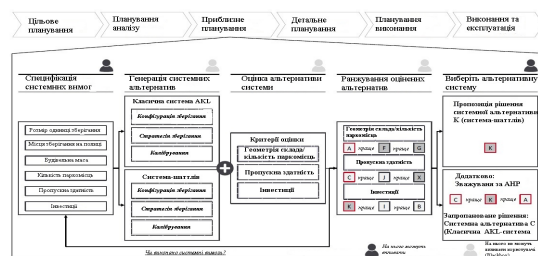


Рисунок.5. Структура, функціональність і класифікація моделі прийняття рішень у загальному процесі планування

Щоб полегшити і спростити процес планування, [4] пропонується цілісний метод планування, який замінює послідовну процедуру. Однак, цей метод

планування не був розроблений для вибору системи між AKL і системою шатла, тому його не можна використовувати для розв'язання цієї проблеми. Однак, його частково розглядають і розвивають під час розроблення моделі.

IV. ВИСНОВКИ

Метою цих тез є розробка статичної моделі управління вантажно-транспортними пристроями виробів широкого призначення. У процесі планування ми стикаємося з питанням, чи слід керувати складом широкого призначення за класичною системою AKL або системою шатла (AS\RS). Обидві технології використовуються в системах AKL і характеризуються великою кількістю факторів, що впливають на їх взаємозалежність, а це означає, що процес ухвалення рішень залежить від досвіду та особистої оцінки планувальника. Модель рішення, розроблена в цих тезах, містить у собі вибір відповідної технології автоматизації та надає користувачеві рекомендації щодо дій стосовно того, чи слід керувати складом широкого призначення за допомогою пристроїв для зберігання та вилучення або транспортних засобів-шатлів.

Користувачеві надається можливість впливати на модель, її функціональні можливості та критерії вибору, що лежать в основі. Комбінуючи форми конфігурації сховища, стратегії зберігання та визначення розмірів сховища, модель рішення може обирати з 9225 системних альтернатив для створення SRM або систем шатла.

Щоб мати можливість порівнювати згенеровані варіанти один з одним, визначаються критерії оцінки геометрії складу та кількості паркувальних місць, пропускної спроможності та суми інвестицій, для кожного з яких модель розраховує цільове значення. Результати ранжуються.

Описана модель являє собою перший підхід, що допомагає особам, які ухвалюють рішення, вибрати правильну технологію автоматизації. Вперше стало можливим пряме порівняння класичної складської системи для широкого призначення з пристроями керування полицями і системою шатла. Модель враховує велику кількість якісних і кількісних чинників, які, з одного боку, враховуються як ступені свободи під час генерації альтернатив, а з іншого боку, включаються в розрахунок критеріїв оцінки.

Незважаючи на велику кількість розглянутих системних альтернатив, модель ухвалення рішень охоплює лише невелику частину форм AKL і AS/RS, що використовуються на практиці. Зокрема, для систем шатла можливі численні інші варіанти системи, які можуть мати стосунок до ухвалення рішень.

Потенціал для подальшого розвитку моделі ухвалення рішень зумовлений, зокрема, розглядом стохастичних і динамічних впливів. Це охоплює відносно прості міркування (наприклад, із включенням у модель розрахунків динамічних інвестицій) або складніші методи, які враховують стохастичні впливи під час розрахунку пропускної спроможності та часу. Обидва об'єднують подальше підвищення точності прогнозу моделі прийняття рішень і тим самим вибір рекомендованої альтернативи системи.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

[1] Барк Р. (2018). Стріла човника. *Verkehr's Rundschau*, 2018 (33/34). Мюнхен: Springer Fachmedien Mün-chen GmbH.

[2] Цеплик В. (2015). Блок зберігання та видачі чи шатл? *Логістика для компаній*, випуск: травень 2015 р. (стор. 30-31). Дюссельдорф: VDI Fachmedien GmbH and Co. KG.

[3] Гудехус Т. (2010). *Логістика - основи, стратегії, додатки*. 4-е оновлене видання. Берлін, Гейдельберг: Springer Berlin Heidelberg.

[4] Гюнтнер, В. А., Т. Ац і А. Ульбріх (2011). *Планування інтегрованої складської системи*. Дослідницька робота. Мюнхен: Мюнхенський технічний університет, кафедра обробки матеріалів, руху матеріалів і логістики (fml).

[5] [Хептнер, К. (2017). *Човник проти РБГ*. Логістра, випуск 4. Мюнхен: HUSS-VERLAG GmbH.

[6] Хун, М. (2014). Блок зберігання та видачі чи шатл? Конкретний додаток вирішує, що краще. вантажно-розвантажувальні роботи (промислове виробництво - системне рішення), 06/2014. Дармштадт: WEKA BUSINESS MEDIEN GmbH.

[7] Джобі, Борис Себастьян; Wehking, Karl-Heinz (2013): *Автоматизоване планування розподільчих центрів з використанням теорії графів*. *Логістичний журнал*, 2013

[8] Юнглінг, Х. Дж. (2015). Мертві складаються довше: все ще обговорюються машини для зберігання та вилучення. *Технології та закупівлі*, 01/2015. Ландсберг: Verlag modern Industrie GmbH.

[9] *Користувачька статистика з materialfluss MARKT (2019)*, materialfluss.de, останній доступ: 15 липня 2019 р.

[10] [Plo15] Плохр, К. (2015). Сучасний стан роздрібної логістики - розгляд та аналіз актуальних концепцій і технологій. Серія публікацій кафедри логістичного менеджменту. Бремен: Бременський університет (економічний факультет, кафедра ділового адміністрування та управління логістикою).

[11] Рудберген, Кіс Ян; Vis, Iris F.A.; Тейлор, Г. Дон (2014): *Одночасне визначення планування складу та політики контролю*. В: *Міжнародний журнал виробничих досліджень* 53 (11), стор. 3306-3326.

[12] [Saa12] Сааті, Т. Л. та Л. Г. Варгас (2012): *Моделі, методи, концепції та додатки процесу аналітичної ієрархії*. Нью-Йорк: Springer Science and Business Media.

[13] Тен Хомпел, М., В. Садовські та М. Бек (2011). *Комплектування замовлень: Системи матеріальних потоків 2 - планування та розрахунок комплектування замовлень у логістиці*. Книга VDI. Берлін, Гейдельберг: Springer.

[14] Директива VDI 3630 (серпень 2006 р.). *Автоматичний склад дрібних деталей (AKL)*. Асоціація німецьких інженерів.

[15] Директива VDI 2692, аркуш 1 (березень 2015 р.). *Човникові системи для невеликих навантажувальних одиниць*. Асоціація німецьких інженерів.

[16] *Автоматична система зберігання та пошуку інформації*. [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://m.en.omshelving.com/as-rs/automatic-storage-and->

retrieval-system.html

[17] Комплекс навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни "Логістика" підготовки бакалавра спеціальності 051 - Економіка спеціалізації "Економічна кібернетика" [Електронний ресурс] / ХНУРЕ ; розроб. С. В. Гришко. – Харків, 2017. – 341 с.

[18]. Невлюдов І.Ш. Автоматизована система керування технологічними процесами в SCADA системі TRACE MODE 6: Навчальний посібник / І.Ш. Невлюдов, А.О. Андруевич, В.В. Євсєєв, С.С. Максимова, М.Г. Стародубцев, В.В.Невлюдова. Кривий Ріг: Криворізький коледж НАУ, 2018. 320 с.

[19]. Євсєєв В.В. Проектування мобільних роботів на базі одноплатних комп'ютерів (Raspberry Pi и мови Python 3.6) // Невлюдов І. Ш., Андруевич А. О., Євсєєв В. В. Підручник. – Харків : 2020. С. 257.