

The background of the entire page is a vibrant cosmic scene. It features a large, detailed Earth in the lower-left corner, showing continents and oceans. Several bright, glowing yellow and orange orbital paths curve across the dark blue and purple space. In the upper-right, a large, bright yellow sun or star is visible, surrounded by a soft glow. Numerous small, distant stars are scattered throughout the background.

**Матеріали
ХІ Всеукраїнської
науково-практичної конференції
здобувачів вищої освіти
та молодих вчених
з автоматичного управління
присвячена
*Дню ракетно-космічної галузі України***

**12 квітня 2024 р.
Херсон-Хмельницький**

Міністерство освіти і науки України
Херсонський національний технічний університет
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Вінницький національний медичний університет
ім. М. І. Пирогова
Луцький національний технічний університет
Вінницький національний технічний університет
Кременчуцький національний технічний університет
ім. Михайла Остроградського
Хмельницький національний університет
Херсонський державний аграрно-економічний університет
Херсонська державна морська академія
Київський національний університет технологій і дизайну

**Матеріали
ХІ Всеукраїнської
науково-практичної конференції
здобувачів вищої освіти
та молодих вчених
з автоматичного управління**

присвячена Дню ракетно-космічної галузі України



12 квітня 2024р.
Херсон- Хмельницький

М 34 Матеріали XI Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених з автоматичного управління присвяченої Дню ракетно-космічної галузі України : Збірник наукових праць / Під редакцією Г.В. Рудакової та ін. - Херсон-Хмельницький : Видавництво ФОП Вишемирський В.С., 2024. - 154 с.

ISBN 978-617-8187-11-8 (електронне видання)

Тези наукової конференції містять результати наступних досліджень: автоматизоване управління технологічними процесами; комп'ютеризовані системи та мережі перетворення та обробки інформації; інформаційно-аналітичні та інформаційно-керуючі системи; системи відображення інформації і комп'ютерні технології; новітні технології в енергетичних системах та в галузі енергозбереження; прогнозування та запобігання техногенних та екологічних катастроф; використання сучасних технологій для підвищення ефективності і безпеки в транспортній галузі (автомобільні, морські, залізничні та авіаперевезення); використання нових інформаційних технологій в медичній галузі; сучасні комп'ютеризовані засоби в галузі механічної інженерії і мехатроніки.

Роботи друкуються в авторській редакції, в збірці максимально зменшено втручання в обсяг та структуру відібраних до друку матеріалів. Редакційна колегія не несе відповідальність за достовірність інформації, що надано в рукописах, та залишає за собою право не розподіляти поглядів деяких авторів на ті чи інші питання.

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

ГОЛОВА:

Рудакова Г.В. – д.т.н., професор кафедри АРМ, ХНТУ (м. Херсон).

ЧЛЕНИ КОМІТЕТУ:

Бісікало О.В. – д.т.н., професор, декан ФКСА ВНТУ (м. Вінниця);
Букетов А.В. – д.т.н., професор, завідувач кафедри ТТМІ ХДМА (м. Херсон);
Дмитрієв Д.О. – д.т.н., професор, завідувач кафедри АРМ ХНТУ (м. Херсон);
Кулик А.Я. – д.т.н., професор, завідувач кафедри БФМАІ, ВНМУ ім. М.І. Пирогова (м. Вінниця);
Конох І.С. – д.т.н., професор кафедри АІС КрНТУ ім. М.Остроградського (м. Кременчук);
Прус В.В. – д.т.н., професор, завідувач кафедри електротехніки КрНТУ ім. М.Остроградського (м. Кременчук);
Шарко О.В. – д.т.н., професор кафедри ТТМІ ХДМА (м. Херсон);
Шевченко І.В. – д.т.н., професор кафедри АІС КрНТУ ім. М.Остроградського (м. Кременчук);
Шушура О.М. – д.т.н., професор кафедри АПЕПС НТУУ КПІ ім. І. Сікорського (м. Київ);
Баклан І.В. – к.т.н., доцент кафедри АСОІУ, НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського (м. Київ);
Єдинович М.Б. – к.т.н., доцент кафедри АРМ ХНТУ (м. Херсон);
Кірюшатова Т.Г. – к.т.н., доцент кафедри ПЗТ ХНТУ (м. Херсон);
Лебеденко Ю.О. – к.т.н., доцент кафедри ІКТ КНУТД (м. Київ);
Поливода О.В. – к.т.н., доцент кафедри АРМ ХНТУ (м. Херсон);
Поліщук В.М. – к.т.н., доцент кафедри АРМ ХНТУ (м. Херсон);
Решетило О.М. – к.т.н., доцент кафедри АКІТ ЛНТУ (м. Луцьк);
Черв'яков В.Д. – к.т.н., доцент кафедри комп'ютерних наук, секції КСУ СумДУ (м. Суми).

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

ГОЛОВА:

Сарафаннікова Н.В. – к.т.н., доцент кафедри АРМ, ХНТУ (м. Херсон).

ЧЛЕНИ КОМІТЕТУ:

Димова Г.О. – к.т.н., доцент кафедри менеджменту, маркетингу та ІТ, ХДАЕУ (м. Херсон);
Сімінченко І.П. – ст. викладач кафедри АРМ, ХНТУ (м. Херсон).

АДРЕСА ОРГКОМІТЕТУ

73008, Україна, м.Херсон, Бериславське шосе, 24,
ХНТУ, 3 корп., ауд. 309, 314, кафедра автоматизації, робототехніки і мехатроніки,
тел. (0552) 32-69-37, 32-69-57
29016, Україна, м. Хмельницький, вул. Інститутська, 11.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ «АВТОМАТИЗОВАНЕ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ»

Беспалько А.М., Лебеденко Ю.О.

Автоматизована система керування технологічним процесом змішування компонентів асфальтобетонної суміші	7
--	---

Василенко М.А., Шушура О.М.

Інтеграція інформаційної системи ODOO з IP-телефонією Zadarma для обміну SMS	10
--	----

Доброштан В.В., Шушура О.М.

Обмін інформацією системи ODOO з месенджером WhatsApp	12
---	----

Загребельний М.В., Шушура О.М.

Обмін інформацією системи ODOO з месенджером Viber	14
--	----

Колесник К.А., Поліщук В.М.

FPV дрони: їх виробництво і застосування в умовах сучасності	16
--	----

Кравець А.О., Єдинович М.Б.

Дослідження структури тканини з використанням систем технічного зору	21
--	----

Криворучко Б.В., Поліщук В.М.

Електронне та електричне обладнання автомобілів	24
---	----

Лебеденко Ю.О., Дяченко В.В.

Автоматизована система керування твердопаливним паровим котлом на основі відновлювальних ресурсів	26
---	----

Пригорницький В.М., Лебеденко Ю.О.

Розробка автоматизованої системи керування процесом подавання повітря до аеротенок	28
--	----

Сердюк О.С., Єдинович М.Б.

Розробка лабораторного стенду для дослідження динамічного та статичного методів індикації на матричному дисплеї	31
---	----

Федік Л.Ю., Гунько Ю.Л.

Аналіз промислових роботів світових лідерів FANUC, YASKAWA, ABB, KUKA	34
---	----

Ющенко О.М., Сарафаннікова Н.В.

Автоматизація переробки молока на первинному етапі	37
--	----

СЕКЦІЯ «МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ»

Деркаченко А.О., Поливода О.В.

Математична модель руху елементів каркасних конструкцій	41
---	----

Димова Г.О., Застєнкіна С.І.

Знаходження критичного шляху при плануванні бізнес-процесів	46
---	----

Лазоренко А.Р., Шушура О.М.

Повнотекстовий пошук інформації в системі ODOO	52
--	----

Лебеденко Ю.О., Коротушка Є.Р.

Розробка лабораторного комплексу для дослідження автоматизованих систем керування маніпуляційними роботами	54
--	----

Рудакова А.А., Нілова Д.А., Рудакова Г.В.

Інтелектуальна система керування маніпулятором з паралельною структурою	56
---	----

**СЕКЦІЯ «КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ ПЕРЕТВОРЕННЯ
ТА ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ»**

Деркаченко Т.О., Сарафаннікова Н.В.

Програмно-апаратний комплекс вимірювання кутів за допомогою акселерометра
та гіроскопа 62

Ситніков Т.В., Купріянов О.М., Шкодін О.В., Діленко О.В., Ситніков В.С.

Застосування однотипних смугових частотно-залежних компонент для підвищення
порядку передавальної функції тракту обробки сигналів датчиків у автономних
мобільних платформах 66

**СЕКЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧІ
СИСТЕМИ»**

Lazariev V.O., Lazarieva O.O.

Application of Artificial Intelligence in Unmanned Aircrafts for Humanitarian Needs 69

Вяткін О.В., Сарафаннікова Н.В., Поліщук В.М.

Створення VR-середовища для тренування персоналу з реагування на аварійні ситуації.. 70

Дроздюк О.В., Шушура О.М.

Автоматизація бізнес-процесів з використанням CRM-систем на прикладі
фітнес-центру 74

Кулик Я.А.

Модель класифікації пшениці на основі згортково-капсульної архітектури
нейромережі 76

Мітлицький С.Ю., Шушура О.М.

Методи підвищення продуктивності та управління часом працівників на основі
мобільного застосунку тайм-менеджменту та аналітичних алгоритмів 78

СЕКЦІЯ «СИСТЕМИ ВІДОБРАЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ І КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

Антіпов М.М., Шугайло Ю.Б.

Розробка пристрою для відображення тривимірних даних 81

Кірюшатова Т.Г., Кірюшатова К.В.

Захист інформації в банківських мережах 85

Кішубаєва К.Т., Шугайло Ю.Б.

Інформаційна безпека космічних місій: перспективи стеганографії 88

Кречун Р.О., Григорова А.А.

Дослідження технологій розробки комп'ютерних ігор 92

**СЕКЦІЯ «НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ
ТА В ГАЛУЗІ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ»**

Андропова О.В., Гоголь І.В.

Моделювання знижувального імпульсного перетворювача постійної напруги 96

Курак В.В., Гаврилов М.О., Пушной Р.Ю.

Застосування систем з фотоелектричними фасадами в кліматичних умовах
Херсонської області 99

Павленко В.М., Остапенко Д.О.

Автоматизована система контролю витрат електроенергії 101

Степанчиков Д.М., Колесник К.А.

Моделювання системи захисту мережевої вітроенергетичної станції від критичних режимів експлуатації	103
--	-----

**СЕКЦІЯ «ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ І БЕЗПЕКИ В ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ»**

Русанов С.А., Єременко Г.В., Ключев О.І., Лобов О.О.

Перспективи застосування теплоаккумуляторів на автомобільному транспорті	109
--	-----

Славич В.П., Волошанський В.О.

Розрахунок пасажирських кореспонденцій в особливих умовах	112
---	-----

Чурсов С.О.

Експериментальні дослідження умов пошкодження багатокомпонентних матеріалів пневматичних шин	114
--	-----

Шарапов М.Д., Поливода В.В.

Аналіз електроенергетичного балансу судна з використанням платформи автоматизації CODESYS	118
---	-----

Шик Д.О., Поливода В.В.

Комутація та захист приймачів в судновій автоматизованій електроенергетичній системі з використанням платформи автоматизації CODESYS	122
--	-----

**СЕКЦІЯ «ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
В МЕДИЧНІЙ ГАЛУЗІ»**

Кравченко П.К., Бурлаченко І.С.

Глибокі згорткові нейронні мережі для аналізу зображень мозку магнітно-резонансної томографії	126
---	-----

**СЕКЦІЯ «СУЧАСНІ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ ЗАСОБИ
В ГАЛУЗІ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ І МЕХАТРОНІКИ»**

Гончар В.В., Дмитрієв Д.О., Сімінченко І.П., Осадчук В.С.

Розрахунок нових конструкцій торцевих фрез в системах автоматизованого проектування	130
---	-----

Дмитрієв Д.О., Кривенко С.В., Окуневич І.М.

Автоматизація діагностики технічного стану машин за показниками вібрації	135
--	-----

Крицун Д.Є., Дмитрієв Д.О., Сімінченко І.П.

Модернізована система керування та автоматизація апаратів мелення кавових зерен ...	139
---	-----

Лебеденко Ю.О., Плаксієв К.В.

Мобільна роботизована платформа для дистанційного дослідження параметрів навколишнього середовища	142
---	-----

Островський Б.І., Дмитрієв Д.О., Сімінченко І.П., Осадчук В.С.

Засоби створення технологій виробництва корпусних деталей в концепції Індустрії 4.0..	145
---	-----

Сімінченко І.П., Поніч Д.П.

Autodesk Robot Structural Analysis: новий рівень вирішення завдань по розрахунку конструкцій в післявоєнному відновленні регіону	149
--	-----

СЕКЦІЯ

«АВТОМАТИЗОВАНЕ УПРАВЛІННЯ

ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ»

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ЗМІШУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ АСФАЛЬТОБЕТОННОЇ СУМІШІ

Соціально-економічний розвиток країни призводить до збільшення попиту на послуги автомобільного транспорту як серед населення, так і економіки. Незважаючи на військові дії, обсяг вантажоперевезень автомобільним транспортом перевищує залізничний транспорт майже в 6 разів [1]. Однак якість і кількість автомобільних доріг в Україні залишає бажати кращого. Вирішення цієї проблеми наголошується у державних програмах щодо розвитку дорожньої інфраструктури. Метою таких програм є адаптація автомобільних доріг до потреб населення, економіки України та транспортної інфраструктури, забезпечення необхідного технічного рівня, пропускної здатності та густини дорожньої мережі, збільшення мобільності та стимулювання економічної активності, підвищення безпеки та зміцнення обороноздатності України. Найважливішу роль для тривалості дорожнього покриття відіграє якість асфальтобетонної суміші та асфальтобетону. Термін служби асфальтобетонних покриттів у нашій країні значно менший, ніж у промислово розвинених країнах [2]. Проте, виробництво асфальтобетонних сумішей є джерелом забруднення атмосфери, а також енергоефективним процесом.

Модернізація і впровадження нових систем, які включають автоматичне регулювання режимів опалення та нагріву матеріалів, організацію системи обліку витрат енергії і забезпечення оптимального температурного режиму при виробництві матеріалів за допомогою автоматичного регулювання та контролю теплових процесів у виробництві асфальтобетону може призвести до зменшення витрат на енергоресурси на 20-30%, у випадку відсутності раніше встановленої системи обліку, і на 15-20%, якщо раніше використовувалися застарілі системи та прилади обліку з низьким класом точності [3]. Таким чином, розробка систем комплексного керування виробництвом асфальтобетонної суміші, що забезпечують оперативну компенсацію варіацій характеристик вихідних матеріалів і технологічних процесів, є актуальною проблемою.

Метою даного дослідження є створення автоматизованої системи управління асфальтозмішувальною установкою, спрямованої на вирішення важливого економічного завдання - підвищення та стабілізація якості асфальтобетону..

Найважливішим процесом, який визначає технологічну ефективність виробництва асфальтної суміші, є дозування. Без точного введення компонентів неможливо отримати асфальт високої якості. У багатьох існуючих асфальтобетонних заводах дозувально-змішувальні відділення працюють на застарілих дозаторах важільного типу, які не можуть забезпечити необхідну точність дозування компонентів. Проблема підвищення точності дозування можна вирішити в короткі терміни при порівняно невеликих витратах, якщо провести модернізацію дозувально-змішувальних відділень асфальтобетонних заводів.

Модернізація дозаторно-змішувального відділення асфальтозмішувальної установки забезпечує:

- Реальне підвищення продуктивності на 10 - 15 %;
- Підвищення якості асфальтної суміші за рахунок високої точності дозування компонентів, автоматичного контролю рухливості й гомогенності асфальтної суміші, дотримання технологічного регламенту за рахунок максимально можливого виключення людського фактора;
- Можливість документального підтвердження якості кожної випущеної партії асфальту. При необхідності можлива видача звітів по кожній дозі суміші із вказівкою як необхідного по рецепті, так і фактично дозованої сировини;
- Зниження витрат на 5 - 10 % за рахунок раціонального використання сировини;

–Автоматизований облік витрати цементу, піску, щебенів, води й хімічних добавок, а також виробленого асфальту.

Комп'ютеризована автоматизована система керування технологічним процесом (АСУ ТП) представляє собою спеціалізований комплекс, який складається з програмних і технічних компонентів. Комплекс АСУ ТП призначений для автоматизації керування й контролю технологічних процесів на підприємстві або його ділянці.

Структуру комп'ютеризованої АСУ ТП виробництва асфальтобетону наведено на рис. 1.

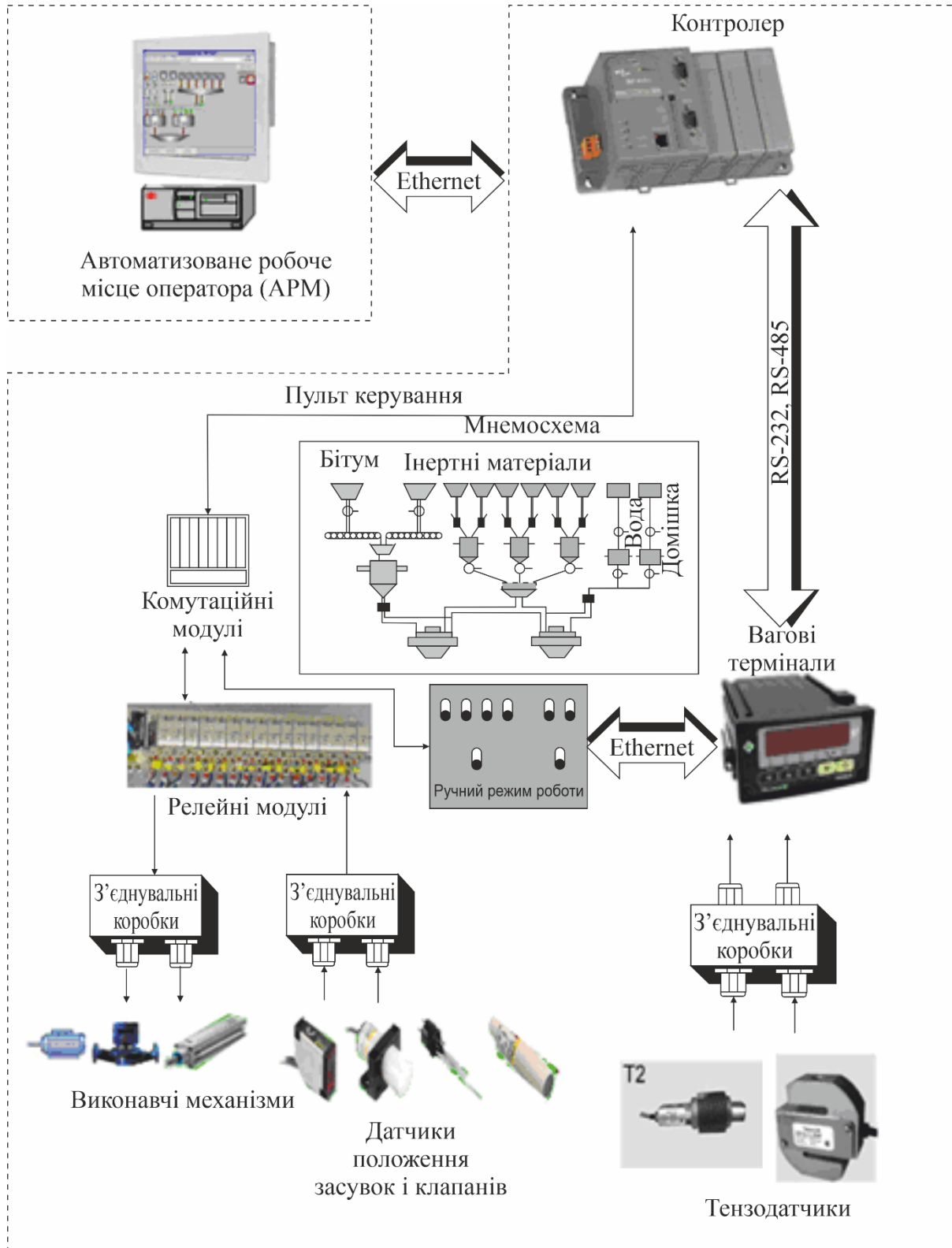


Рисунок 1 – Структура АСУ ТП виробництва асфальтобетону

Робота системи автоматизованого керування технологічним процесом (АСУ ТП) базується на інтеграції інформації від усього технічного обладнання підприємства в єдиний логічний комплекс за допомогою спеціального програмного забезпечення. Основні дані надходять у систему АСУ ТП від різних типів тензоприладів і тензодатчиків.

Основні функції системи запропонованої АСУ ТП включають:

- Візуалізацію технологічного процесу;
- Автоматичний контроль стану всіх виконавчих механізмів з видачею попереджувальних, аварійних сигналів і діагностичних повідомлень;
- Автоматичне коригування кількості води та інертних компонентів з урахуванням їх вологості;
- Стабілізацію водоцементного співвідношення за допомогою НВЧ-вологоміру;
- Контроль рухливості та гомогенності асфальтної суміші;
- Ведення протоколів роботи, створення архіву за звітний період, генерація звітів;
- Автоматичну зупинку технологічних процесів та оповіщення при виявленні параметрів, що виходять за межі припустимого "коридору" значень.

На диспетчерському пункті, оснащеному монітором, можна відслідковувати процеси на підприємстві в реальному часі або в архіві. Вся інформація про технологічні процеси зберігається в архіві бази даних системи АСУ ТП і може бути вивантажена або роздрукована за потреби.

Системи АСУ ТП здатна налаштовуватись індивідуально під потреби кожного підприємства з метою максимальної відповідності вимогам стандартів якості та зниження збитків від аварійних ситуацій і крадіжок матеріалів, з максимальною автоматизацією всього підприємства для забезпечення високої продуктивності та якості готової продукції [4].

Система автоматизованого керування технологічним процесом (АСУ ТП) в підприємстві асфальтозмішувальних установок може працювати в двох режимах: автоматичному і ручному (налагоджувальному).

У автоматичному режимі роботи асфальтозмішувальної установки весь процес від дозування і змішування до вивантаження асфальтної суміші в автомобіль здійснюється автоматично без участі оператора.

У ручному (налагоджувальному) режимі оператор керує процесом поетапно за допомогою пульта керування. У цьому режимі оператор також спостерігає за процесом роботи, але керує кожним етапом вручну, але облік витрати сировини й виходу готової продукції також проводиться без участі оператора.

Запропонована комп'ютеризована система керування асфальтозмішувальною установкою дозволяє оперативно отримувати інформацію від зважувальних вузлів дозатора, регулювати витрату компонентів суміші згідно обраної рецептури та зручно програмувати вхідні параметри. Важливою перевагою такої системи є можливість гнучкого розширення функцій шляхом доопрацювання програмного забезпечення. Додаткові функції можуть бути реалізовані також шляхом заміни вхідних інтерфейсів і переналаштування їхніх основних параметрів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Рік, коли усе "зупинилося": як Україна долає транспортний та логістичний колапс. URL: <https://www.unian.ua/economics/transport/rik-koli-use-zupinilosya-yak-ukrajina-dolaye-transportniy-ta-logistichniy-kolaps-12497709.html>
2. ДСТУ EN 12697-11:2018 (EN 12697-11:2012, IDT). Бітумомінеральні суміші. Методи випробування гарячих асфальтобетонних сумішей. Частина 11. Визначення зчеплюваності між заповнювачем і бітумом. [Чинний з 2020-01-01]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2018. 41 с.
3. Кожухар В.Я., Брем В.В., Каверін Ю.Ф. Автоматичні системи керування хіміко-технологічними процесами [Текст]: навч. посіб. для студ. хім.-технол. спец. Одеса: Екологія, 2005. 222 с.
4. Лебеденко Ю.О., Єрмакова М.О., Пінчук Д.В. Автоматизована система контролю якості бетонних виробів. *Матеріали X Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених з автоматичного управління присвячена Дню ракетно-космічної галузі України, 12 квітня 2023 року* Херсон-Хмельницький, С. 94 - 95.

ІНТЕГРАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ODOO З ІР-ТЕЛЕФОНІЄЮ ZADARMA ДЛЯ ОБМІНУ SMS

У сучасному бізнес-середовищі, де швидкість комунікації та ефективність обміну інформацією між підприємствами та клієнтами є значними факторами для успішної діяльності компанії, використання традиційних способів обміну інформацією, таких як телефонні дзвінки та електронна пошта, можуть принести свої недоліки. Тому SMS-повідомлення стають все більш популярним способом спілкування завдяки своїй простоті, швидкості та доступності. Тож необхідно забезпечити безпечний та надійний обмін текстовими повідомленнями між працівниками та клієнтами підприємства, що також, буде більш економічно вигідним, використовуючи інтегровану ІР-телефонію Zadarma[1] та інформаційно систему ODOO [2].

Аналіз останніх досліджень в області інтеграції ІР-телефонії та SMS-обміну вказує на те, що цей підхід може значно підвищити ефективність комунікації працівників та клієнтів підприємства, зменшити витрати та збільшити ефективність цифрового обслуговування[3]. Він забезпечує зручний інструмент для оперативного обміну інформацією, котрий збільшує продуктивність роботи та покращує клієнтське обслуговування.

Метою цього дослідження є вивчення, розробка та впровадження комплексного та ефективного рішення для інтеграції інформаційної системи управління бізнесом ODOO з ІР-телефонією Zadarma для обміну SMS з метою поліпшення комунікаційних процесів та підвищення ефективності обміну інформацією в підприємстві. Ця інтеграція має на меті оптимізувати способи спілкування в організації, забезпечити швидку, безпечну та надійну передачу інформації, а також спростити та автоматизувати процеси обміну SMS-повідомленнями.

Основна задача цього дослідження це розробка програмного модулю для системи ODOO, який забезпечить інтеграцію з ІР-телефонією Zadarma для швидкого і безпечного обміну повідомленнями шляхом відправки SMS. Модуль дозволить користувачам безкоштовно отримувати SMS-повідомлення та надсилати SMS-повідомлення до будь-якої країни за меншим тарифом, що робить його економічно вигідним. Також, в модулі передбаченні шаблони для SMS-повідомлень, що пришвидшує та полегшує роботу та дозволяє ефективніше виконувати масову розсилку повідомлень.

Схема взаємодії системи ODOO з ІР-телефонією Zadarma представлена на рисунку 1.



Рисунок 1 – Взаємодія системи ODOO з ІР-телефонією Zadarma

З рисунку 1 можна побачити, що менеджер взаємодіє з базою даних ODOO, відправляючи усі потрібні дані (відправник, номер отримувача та текст повідомлення) для повідомлення. Модуль інтеграції ODOO та Zadarma формує http-запит, на основі отриманих даних, та відправляє його на API Zadarma. В свою чергу, API Zadarma перевіряє валідність запиту та маршрутизує запит до оператора зв'язку. Після чого повідомлення надходить отримувачу та оператор зв'язку надсилає Zadarma підтвердження доставки SMS-повідомлення. API Zadarma формує http-відповідь та відправляє його до ODOO. Модуль інтеграції приймає http-відповідь та оновлює статус SMS-повідомлення в ODOO.

При отриманні повідомлень від клієнта менеджером через Zadarma діє схожа схема. Клієнт відправляє SMS-повідомлення на номер Zadarma. Zadarma отримує та перетворює SMS-повідомлення в http-запит та відправляє його до ODOO. Модуль інтеграції отримує http-запит та обробляє його, після чого зберігає SMS-повідомлення в базі даних ODOO та повідомляє оператора про нове вхідне повідомлення.

Процес створення програмного модуля для ODOO включає кілька важливих етапів, що потребують уважного планування та реалізації:

1. Аналіз вимог та визначення функціональних можливостей модуля. На цьому етапі необхідно докладно вивчити потреби користувачів, їхні бізнес-процеси та вимоги до відправки SMS-повідомлень за допомогою Zadarma у контексті використання в системі ODOO.
2. Проектування архітектури програмного модуля, включаючи визначення структури бази даних, розробку інтерфейсу користувача та логіку програми для взаємодії з API Zadarma.
3. Реалізація коду модуля інтеграції, що включає програмування на мові Python [4] для реалізації бізнес-логіки, налаштування зв'язків з базою даних ODOO та взаємодією з API Zadarma для відправки SMS-повідомлень.
4. Тестування та налагодження модуля, включаючи випробування різних сценаріїв використання, виявлення та усунення помилок.
5. Підготовка документації модуля, що включає інструкцію з використання, опис API Zadarma для інтеграції та інші важливі деталі щодо роботи з програмним модулем в контексті системи ODOO.

Розроблений модуль буде корисним для спілкування з клієнтами, партнерами та співробітниками, також, для підтвердження замовлень або маркетингових розсилок, та для служб підтримки для оперативного реагування на запити клієнтів. Модуль розширить можливості та підвищить ефективність комунікації підприємств, які користуються інформаційною системою ODOO. Також, зменшить витрати на відправку SMS-повідомлень, підвищить якість обслуговування клієнтів та дозволить автоматизувати рутинні завдання, завдяки створенням шаблонів відправки SMS-повідомлень та масовим розсилкам.

Інтеграція інформаційної системи ODOO з API Zadarma є актуальним завданням, яке дозволить оптимізувати комунікаційні процеси та підвищити ефективність обміну інформацією в підприємстві, тим самим підвищить конкурентоспроможність, завдяки кращому обслуговуванню клієнтів та більш ефективній комунікації, а також збільшить прибуток, завдяки економії на витратах на зв'язок. Інтеграція з API Zadarma забезпечує високий рівень безпеки та надійності.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Zadarma API. URL: <https://zadarma.com/ua/support/api/>.
2. Odoo Documentation. URL: <https://www.odoo.com/documentation/16.0/>.
3. Gartner Predicts 80% of Customer Service Organizations Will Abandon Native Mobile Apps in Favor of Messaging by 2025. Gartner. 2021. URL: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2021-01-12-gartner-predicts-80--of-customer-service-organization>.
4. Python 3.10.13 documentation. URL: <https://docs.python.org/3.10/>.

ОБМІН ІНФОРМАЦІЄЮ СИСТЕМИ ODOO З МЕСЕНДЖЕРОМ WHATSAPP

Сучасний бізнес-світ вимагає високої оперативності та гнучкості комунікації з клієнтами. Використання популярних месенджерів, як-от WhatsApp, для цієї мети стає все більш поширеним. Однак, інтеграція таких сервісів з корпоративними системами управління, зокрема з системою ODOO[1], представляє собою технічний виклик. Важливість цього дослідження полягає в розробці ефективного механізму інтеграції, який би дозволив обмінюватися повідомленнями та файлами між ODOO та WhatsApp через Twilio API[2], що суттєво підвищить ефективність комунікаційних процесів у компанії.

Інтеграція бізнес-процесів з платформами для обміну повідомленнями вже давно привертає увагу науковців та розробників. Ряд робіт присвячений використанню API для розширення можливостей корпоративних систем. Особливо цінними є роботи, в яких аналізуються можливості інтеграції ERP систем з різноманітними месенджерами для автоматизації комунікацій з клієнтами. Проте, специфічні дослідження, присвячені інтеграції ODOO з WhatsApp через Twilio, є досить обмеженими, що зумовлює актуальність і новизну представленого дослідження.

Метою даного дослідження є розробка та впровадження надійного, ефективного рішення для інтеграції системи управління бізнесом ODOO з популярним месенджером WhatsApp. Ця інтеграція реалізована через Twilio API, що дозволяє автоматизувати обмін текстовими повідомленнями та файлами між компанією та її клієнтами, а також підтримує розвиток логіки чат-ботів в ODOO для підвищення ефективності комунікації. Основна увага приділяється покращенню взаємодії з клієнтами та оптимізації внутрішніх бізнес-процесів компанії.

В центрі дослідження знаходиться розробка програмного модуля для системи ODOO, який забезпечує інтеграцію з месенджером WhatsApp через Twilio API. Модуль дозволяє не лише відправляти та отримувати текстові повідомлення, але й обмінюватися файлами, що відкриває широкі можливості для бізнес-комунікацій. Особлива увага приділяється реалізації логіки роботи ботів в ODOO, які автоматизують стандартні відповіді та обробку запитів клієнтів, значно підвищуючи швидкість та якість обслуговування.

Детальний аналіз API Twilio виявив можливості, які можуть бути використані для створення гнучких і масштабованих рішень інтеграції. Одним з ключових аспектів стало використання веб-хуків для миттєвої взаємодії між WhatsApp і ODOO. Це дозволило реалізувати механізми, що підтримують високий рівень безпеки даних та їх конфіденційності, а також ефективність використання мережевих ресурсів [3].

Схема взаємодії системи Odoos з WhatsApp представлена на рисунку 1.

Як видно на рисунку 1, оператор взаємодіє з базою даних ODOO, здійснюючи обмін повідомленнями. Ці повідомлення пересилаються через Twilio Webhook, який діє як посередник, обробляючи та перенаправляючи дані до і від Twilio. В свою чергу, Twilio забезпечує зв'язок з базою даних WhatsApp через WhatsApp Webhook, що дозволяє повідомленням досягати кінцевого користувача – клієнта.

Як видно на правій стороні рисунку 1, клієнт надсилає повідомлення через WhatsApp, які проходять через WhatsApp Webhook до бази даних Twilio, і далі через Twilio Webhook надходять до бази даних ODOO, де їх може переглянути та обробити оператор.

Twilio Webhook тут відіграє ключову роль, дозволяючи автоматизувати обмін повідомленнями між ODOO та WhatsApp, і як результат, підвищує ефективність комунікаційних процесів між операторами компанії та їх клієнтами. Це відображає центральну ідею вашої тези про використання Twilio API для інтеграції ODOO та WhatsApp.

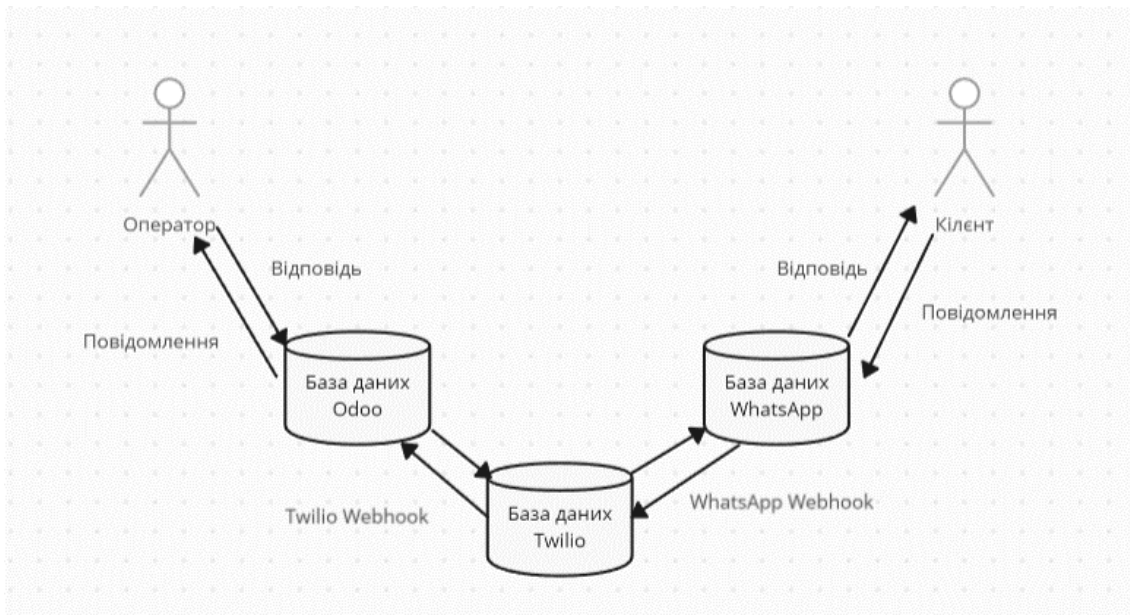


Рисунок 1 – Взаємодія клієнта з оператором

Реалізація проекту охоплювала наступні етапи:

1. Аналіз вимог і планування. Визначення основних функціональних та нефункціональних вимог до модуля.
2. Проектування архітектури. Створення архітектурного рішення, яке підтримує необхідну гнучкість і масштабованість.
3. Розробка та інтеграція. Програмування модуля і його інтеграція з існуючою системою ODOO та Twilio API.
4. Тестування. Проведення комплексного тестування для забезпечення стабільності та надійності роботи модуля.
5. Впровадження та налаштування. Деплой модуля в середовище замовника і його фінальне налаштування.

Розроблений модуль значно розширює можливості комунікації компаній, які використовують ODOO, з їх клієнтами через WhatsApp [4]. Інтеграція з Twilio API забезпечує високий рівень безпеки, надійності та масштабованості рішення. Автоматизація процесів комунікації за допомогою ботів не тільки покращує якість обслуговування клієнтів, але й значно знижує часові витрати на управління клієнтськими запитами та обробку замовлень. Реалізація функції відправлення та отримання файлів розширює спектр можливостей для обміну важливою документацією, що робить комунікацію ще більш зручною та ефективною.

Використання ботів для автоматизації відповідей дозволяє підтримувати високий рівень взаємодії з клієнтами 24/7, без потреби в постійній участі операторів. Це не тільки покращує досвід користувачів, але й оптимізує робочий процес відділу підтримки, дозволяючи спрямовувати зусилля співробітників на складніші запити та задачі.

Додатково, інтеграція з WhatsApp через Twilio API відкриває нові можливості для маркетингових кампаній, зокрема для персоналізованої комунікації та розповсюдження інформації про акції, новинки товарів чи послуг. Це може значно підвищити ефективність рекламних заходів та зміцнити взаємозв'язок з клієнтами.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Odoo Documentation. URL: <https://www.odoo.com/documentation/16.0/>.
2. Twilio API for WhatsApp. URL: <https://www.twilio.com/en-us/messaging/channels/whatsapp>.
3. Горлач В.М., Сидоренко О.Ю. Розробка веб-сервісу та чат-бота для комунікації органів студентського самоврядування зі студентами факультету. 2020. URL: https://ami.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/06/Sydorenko_Mahisterska.pdf.
4. Business Platform. URL: <https://business.whatsapp.com/products/business-platform>.

ОБМІН ІНФОРМАЦІЄЮ СИСТЕМИ ODOO З МЕСЕНДЖЕРОМ VIBER

У сучасному світі розвиток технологій та поширення інтернет-простору мають значний вплив на діяльність всіх сфер бізнесу. У контексті зростаючої конкуренції, ключовим фактором успішної діяльності підприємств стає їх доступність та ефективність в комунікації з клієнтами. У такому середовищі користувачі системи управління бізнесом Odoo [1] отримують значну перевагу, якщо вони мають можливість взаємодіяти з клієнтами через месенджер Viber. Інтеграція цих двох платформ надає користувачам зручний та швидкий засіб комунікації, що стає ключовим чинником успішного ведення бізнес-діяльності в сучасному цифровому світі.

Вирішення цього питання дозволяє користувачам системи Odoo розширити сферу свого впливу, забезпечивши контакт з користувачами месенджера Viber.

Доступні рішення інтеграції месенджера Viber з системою Odoo надають обмежений функціонал, наприклад забезпечення односторонньої відправки повідомлення, коли оператор може написати користувачу Viber, але не може отримати відповідь. Також наявні варіанти, які дозволяють встановити перехід на чат з користувачем в месенджері, тому історія спілкування та дані клієнта не зберігаються в системі Odoo. З наведених вище прикладів можна прийти до висновку, що бізнес все ще залишається в пошуках зручного та ефективного рішення [2].

Метою даного дослідження є впровадження обміну інформації системи управління бізнесом Odoo з месенджером Viber, забезпечення зручної та ефективної комунікації операторів Odoo та користувачів месенджера.

Слід виокремити основні задачі:

- аналіз системи управління бізнесом Odoo;
- аналіз та розробка модуля взаємодії з Viber API;
- аналіз та розробка модуля представлення інтеграції в системі Odoo;

Для аналізу актуального стану інтеграції месенджера Viber та системи Odoo було проведено дослідження різних джерел, серед яких документація окремих модулів, форуми спільноти Odoo, розділи технічної документації модулів паралельної обробки процесів системи.

Для реалізації модулів обміну інформації системи Odoo з месенджером Viber було використано такі засоби розробки як мова програмування Python [3], бібліотека для взаємодії з месенджером viberbot, база даних PostgreSQL, а також середовище розробки PyCharm. Розробка модуля була проведена з врахуванням потреб користувачів та з метою забезпечення ефективного представлення комунікації в системі.

Початковим етапом реалізації інтеграції стало проектування архітектури модуля користувацького інтерфейсу для зручного зберігання та відображення даних взаємодії з користувачами месенджера. Також було розроблено дочірній модуль для забезпечення операцій створення повідомлень, каналів спілкування та карток користувачів в системі, його наявність дозволить в подальшому інтегрувати інші месенджери. Не менш важливим є розробка модуля взаємодії Viber API та базових операцій бібліотеки viberbot з іншими модулями системи.

В месенджері обмін повідомлень виконується завдяки ботам [4]. Застосування ботів в месенджері Viber набуло широкої популярності, основним принципом роботи якого, являється встановлення webhook на подію в ботах. Якщо хтось з користувачів ініціює взаємодію з ботом, webhook приймає посилання, на яке відбуватиметься відправлення запиту (рис. 1).

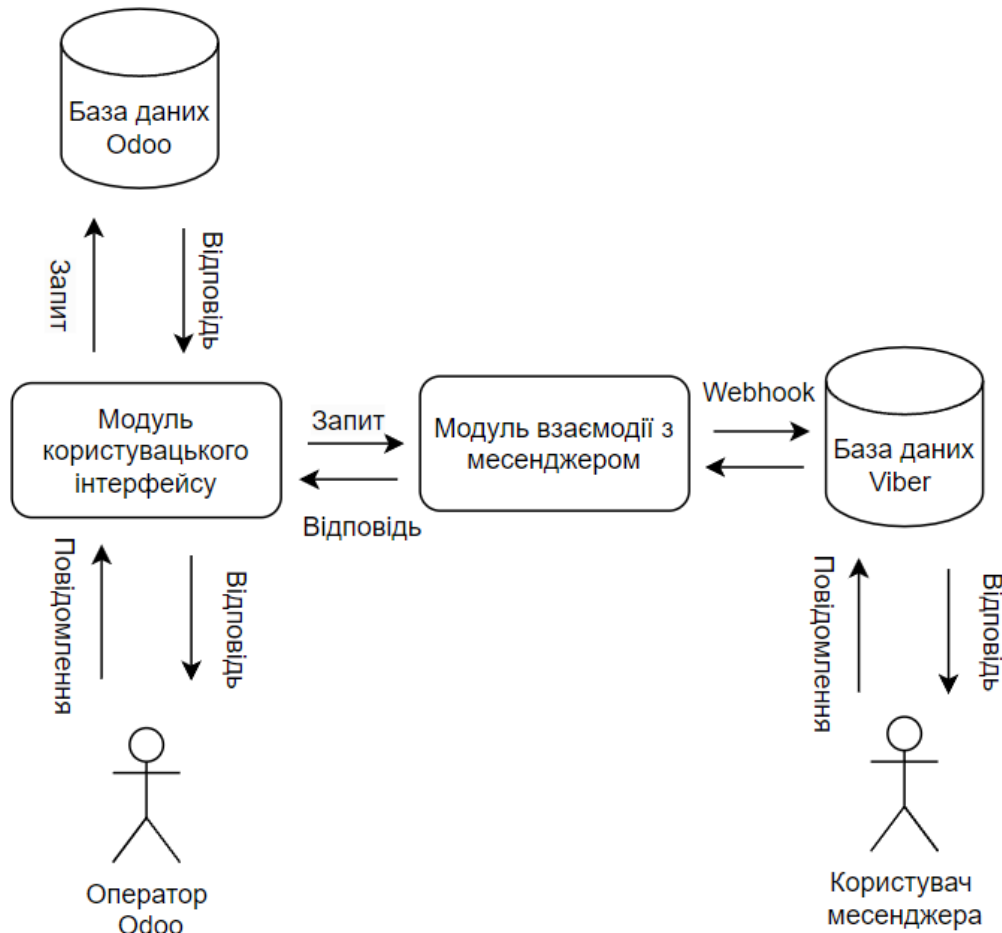


Рисунок 1 – Взаємодія клієнта з оператором (користувачем системи Odoo)

У випадку звернення користувача до бота, система отримує запит, в якому міститься інформація про клієнта. На основі отриманих даних створюється картка партнера. За бажанням клієнт може надати додаткову інформацію про себе, наприклад номер телефону та електронну адресу. Також в розділі обговорень створюється канал чату з клієнтом, де можна переглянути історію спілкування. Також в документах системи Odoo, таких як комерційні пропозиції, рахунки або замовлення надано можливість спілкуватись клієнтом.

Більшість компаній зацікавлені в розширенні клієнтської бази та залученні зручних способів комунікації, тому модулі інтеграції з месенджерами дедалі більше набирають актуальності. Розроблений модуль містить зручний перелік функціональних можливостей, що значно спрощують та автоматизують бізнес-процеси, пов'язані з комунікацією та збереженням даних клієнтів в рамках однієї системи. Отриманий продукт можна успішно використовувати в будь-якому бізнес-секторі, забезпечуючи повний перелік потреб для успішного ведення бізнес-комунікації в сучасному цифровому світі.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Odoo documentation. URL: <https://www.odoo.com/documentation/16.0/index.html> (дата звернення 23.03.2024).
2. Python 3.10.13 documentation. URL: <https://docs.python.org/3.10/> (дата звернення: 23.03.2024).
3. Viber integration. URL: <https://apps.odoo.com/apps/modules/browse?search=Viber+integration> (дата звернення 23.03.2024).
4. Viber Python Bot API. URL: <https://developers.viber.com/docs/api/python-bot-api/> (дата звернення 23.03.2024).

FPV ДРОНИ: ЇХ ВИРОБНИЦТВО І ЗАСТОСУВАННЯ В УМОВАХ СУЧАСНОСТІ

Використання FPV (First Person View) дронів в промисловості відкриває широкі можливості для ефективного контролю, моніторингу та інспекції навколишнього середовища. Ці роботи часто відбуваються в областях, де доступ може бути обмеженим або небезпечним для людей. FPV дрони стають незамінним інструментом для вирішення цих завдань.

Перш за все, їхня можливість проникнення в труднодоступні або небезпечні місця дозволяє здійснювати моніторинг і інспекцію в областях, де звичайним способом це було б складно або навіть неможливо. Наприклад, FPV дрон може легко досліджувати складні ландшафти, високі споруди або промислові об'єкти без необхідності в крайньо важкодоступних методах або ризикованих для людини місцях.

FPV дрони забезпечують велику точність та деталізацію в моніторингу. Завдяки вбудованим камерам вони можуть знімати відео та фото високої якості, що дозволяє детально вивчати стан об'єктів та довкілля, а також виявляти потенційні проблеми або несправності. Це особливо важливо для промислових підприємств, які потребують регулярного моніторингу для запобігання аваріям та збереження ресурсів.

Крім того, використання FPV дронів у промисловості може значно скоротити час та витрати на виконання завдань. Оператори можуть швидко реагувати на виявлені проблеми або зміни у стані об'єктів, що дозволяє знизити час, необхідний для вирішення проблем та підвищити ефективність виробничих процесів.

Узагальнюючи, використання FPV дронів у промисловості має великий потенціал для оптимізації процесів моніторингу, контролю та інспекції. Вони не лише забезпечують безпеку та ефективність в роботі, але й відкривають нові можливості для використання передових технологій у промисловому секторі.[1]

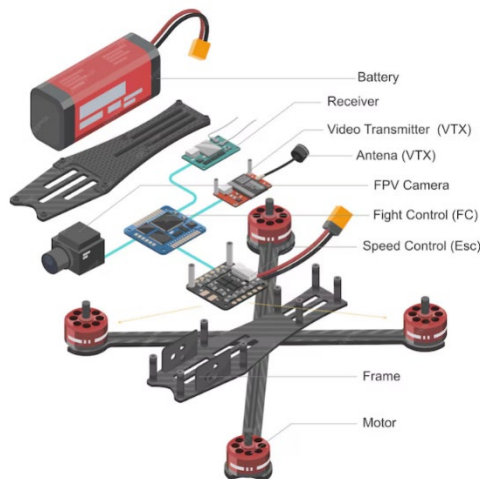


Рисунок 1 – Конструкція типового FPV дрона

Системи керування FPV (перша особа з огляду на відео) дронами можуть включати в себе різноманітні компоненти, які допомагають пілотам контролювати та керувати дронами з віддаленої точки з використанням відеопередачі з камери на борту. Ось деякі з ключових компонентів системи керування FPV дронами:

1. Відеопередавач (Video Transmitter): Це пристрій, який передає відеосигнал з камери на борту дрона до відеоприймача, який зазвичай розташований на пульті управління або в навушниках FPV пілота.

2. Відеоприймач (Video Receiver): Цей пристрій отримує відеосигнал від відеопередавача дрона та передає його на відеодисплей або в навушники пілота для перегляду в реальному часі. Основні характеристики — частота-носії і потужність передавача. Найбільш поширеними частотами, які використовують для передачі відео, є 900 МГц; 1,2 ГГц; 2,4 ГГц та 5,8 ГГц (з потужністю передавачів 0,2—1,5 Вт).

3. FPV окуляри або монітор: Це пристрої, які надають пілотові змогу дивитися відеопотік з камери на борту дрона в реальному часі. FPV окуляри зазвичай забезпечують більш іммерсивний досвід, але деякі пілоти використовують також монітори.

4. Пульт дистанційного управління (RC Controller): Це пристрій, за допомогою якого пілот керує рухами дрона. Він зазвичай містить стіки, кнопки та інші елементи керування.

5. Камера на борту дрона: Це відеокамера, яка зазвичай розташована на передній частині дрона і передає відеопотік у реальному часі на пульт управління або FPV окуляри пілота.

6. Оснащення дрона з датчиками та оброблювачем (Flight Controller): Це електроніка на борту дрона, яка приймає сигнали від пульта дистанційного управління та керує рухами дрона з урахуванням інформації з вбудованих датчиків (таких як акселерометри, гіроскопи, компаси тощо).

7. Інші компоненти: До інших можуть входити антени для покращення зв'язку, акумулятори, регулятори швидкості (ESC) для керування обертанням моторів, а також GPS модулі для навігації та стабілізації польотів.

Так, FPV дрони мають великий потенціал у сфері промисловості, особливо в низьких областях та регіонах, де можуть існувати певні виклики щодо доступу та моніторингу. Ось деякі переваги використання FPV дронів у промисловості:

1. Моніторинг інфраструктури: FPV дрони забезпечують можливість швидкого та ефективного моніторингу інфраструктури, такої як лінії електропередачі, газопроводи, нафтопроводи, дороги та залізниці. Вони можуть облітати великі території та забезпечувати високоякісне відео та зображення у реальному часі.

2. Агропромисловість: У сільському господарстві FPV дрони можуть бути використані для моніторингу врожаю, розвідування шкідників, картографування поля, а також для зрошення та розпилення добрив.

3. Лісове господарство: У лісовому господарстві дрони можуть допомагати виявляти вогні, вимірювати зростання дерев, моніторити стан лісового покриву та виявляти можливі загрози.

4. Геологічне дослідження: FPV дрони можуть бути використані для геологічних досліджень, включаючи дослідження геологічних формацій, водних джерел та інші геологічні об'єкти.

5. Моніторинг довкілля: За допомогою FPV дронів можна проводити моніторинг довкілля, включаючи контроль забруднення повітря, води та ґрунту, а також спостереження за дикими тваринами та їх середовищем проживання.[1-2]

Серед множини систем управління, які доступні для використання, варто звернути увагу саме на Betaflight - це відкрите програмне забезпечення, спеціально призначене для керування багатокотерними (дронами) і літальними апаратами (FPV літаками). Воно надає широкі можливості налаштування і контролю, що робить його популярним серед ентузіастів FPV-літання. Основні функції Betaflight включають в себе стабілізацію польоту, регулювання PID-контролерів, налаштування режимів польоту та багато іншого. Воно також має велику спільноту користувачів, що активно вносять свій вклад у розвиток програми, допомагаючи покращувати її функціональність і стабільність. Благодаря своїм можливостям та відкритій архітектурі, Betaflight визнане одним з найпопулярніших програмних засобів у сфері керування FPV-дронами.

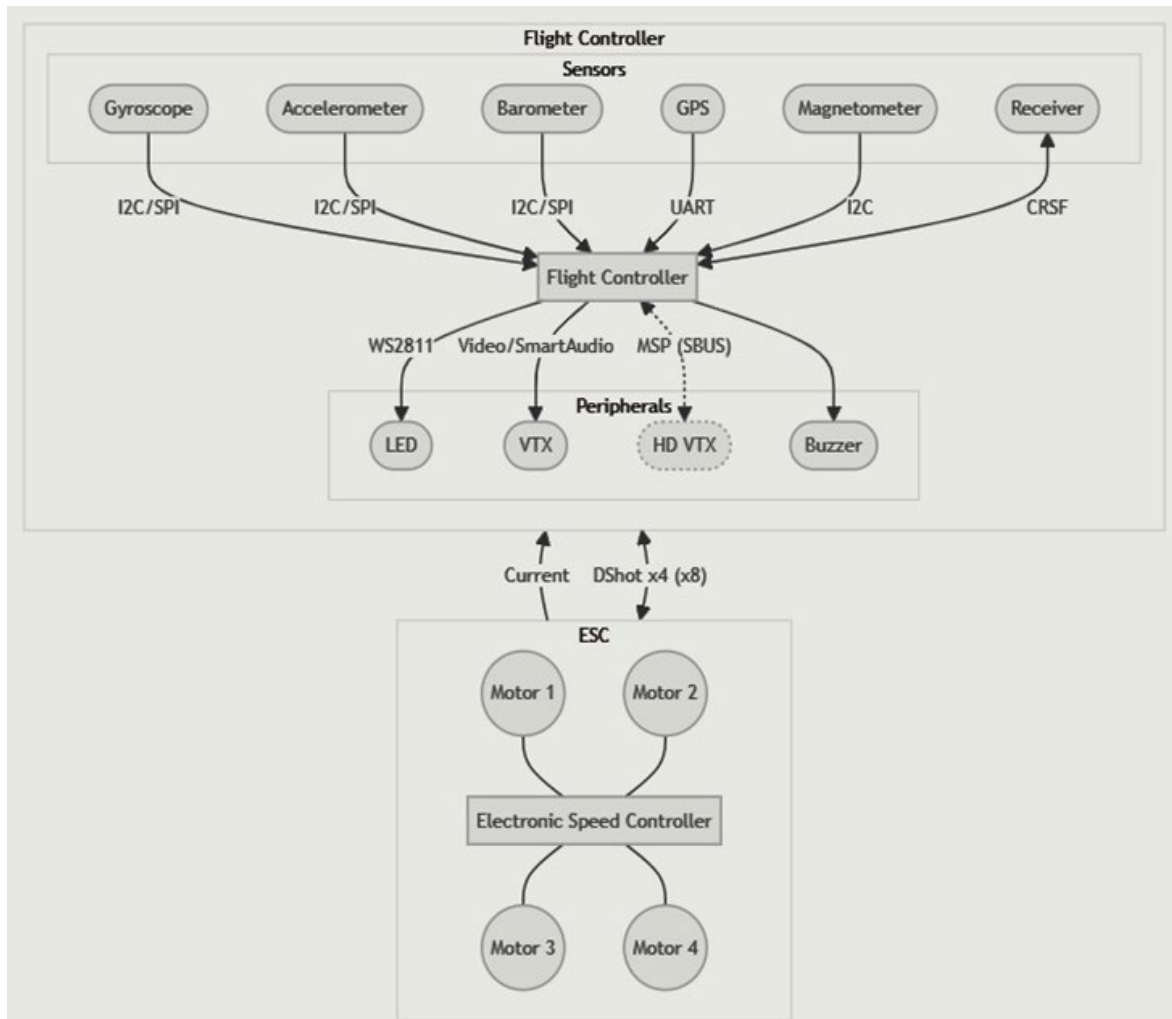


Рисунок 2 – Загальний вигляд системи керування FPV

Завдяки своїй гнучкості, ефективності та доступності FPV дрони можуть значно спростити та поліпшити багато процесів у промисловості, а також створити нові робочі місця у регіонах, де це особливо актуально, тому що після війни буде багато місць де буде потрібен контроль, але знаходження персоналу буде дуже небезпечним, із за мін та нерозірваних снарядів.

Так, використання FPV дронів може мати вирішальне значення у відновленні та розвитку регіонів, які постраждали від війни або конфлікту. Особливо в таких умовах контроль та моніторинг стають критично важливими завданнями, але при цьому безпека персоналу може бути серйозно під загрозою через наявність нерозірваних вибухів та мін.

Ось як FPV дрони можуть допомогти у таких умовах:

1. Моніторинг та розвідка: FPV дрони можуть використовуватися для проведення моніторингу та розвідки у важкодоступних та потенційно небезпечних зонах, де ризик для людей є надзвичайно великим. Вони можуть забезпечити зображення високої якості з великою деталізацією, що дозволяє здійснювати ефективний контроль без необхідності присутності людини на місці.

2. Пошук та розмінування: FPV дрони можуть допомогти в пошуку нерозірваних вибухів та мін, використовуючи технології обробки зображень та сучасні датчики. Це дозволить швидко та ефективно визначити небезпечні області та провести розмінування без великого ризику для життя людей.

3. Доставка та логістика: FPV дрони можуть бути використані для доставки медичних препаратів, продовольства, води та інших необхідних матеріалів у важкодоступні та віддалені райони, де доступ для традиційних засобів транспорту обмежений.

4. Моніторинг реабілітації та розвитку: FPV дрони можуть служити для моніторингу процесу відновлення та розвитку регіонів після війни, надаючи важливу інформацію для реалізації інфраструктурних проектів та програм соціально-економічного розвитку.

Таким чином, використання FPV дронів може стати важливим інструментом у реабілітації та розвитку постраждалих регіонів, забезпечуючи ефективний контроль та моніторинг без ризику для життя людей.

Основні технічні характеристики дронів включають в себе такі параметри:

1. Розмір та вага: Це важливі характеристики, які визначають портативність, маневреність та максимальне навантаження дрона. Зазвичай вимірюється в метрах (або міліметрах) для розміру та кілограмах (або грамах) для ваги.

2. Максимальна швидкість: Швидкість, з якою дрон може рухатися у повітрі. Вимірюється в кілометрах на годину (км/год) або метрах на секунду (м/с).

3. Тривалість польоту: Час, протягом якого дрон може літати на одному заряді акумулятора. Вимірюється в хвилинах або годинах.

4. Максимальна висота польоту: Максимальна висота, на яку може підніматися дрон. Вимірюється в метрах або футах.

5. Камера: Роздільна здатність, діапазон зйомки, кут огляду тощо. Дрони можуть мати вбудовані камери або можуть бути оснащені кріпленнями для зовнішніх камер.

6. Тип моторів та пропелерів: Електродвигуни чи бензинові, кількість обертів на хвилину (об/хв) для моторів та діаметр пропелерів. Формула залежить від типу моторів (електричні або ДВЗ) та їхніх характеристик.

7. Тип акумулятора: Використовується літій-полімерний (LiPo), нікель-метал-гідридний (NiMH) або інші типи акумуляторів. Ємність акумулятора, напруга та ток розряду.

Формули можуть включати в себе розрахунок тяги моторів, потужності, споживання енергії та інші параметри, які визначають характеристики дрона. Наприклад, формула для розрахунку тяги мотора може бути представлена як:

$$T = k * RPM^2$$

де T - тяга (у Н), k - коефіцієнт пропорційності, RPM - оберти на хвилину.

Точно так, використання FPV дронів може стати чудовою можливістю для привернення молоді та інженерів до цікавих технічних проектів. Оскільки ці дрони зазвичай досить легкі у експлуатації та ремонті, вони можуть стати чудовим інструментом для навчання та розвитку нових навичок. [3]

FPV дрони, як правило, мають досить просту конструкцію, яка легко зрозуміла і доступна для вивчення. Їх можна легко розібрати та скласти, що створює велику можливість для навчання та практичних занять. Молодь може вивчати основи механіки, електроніки та програмування, а також отримувати досвід у ремонті та налагодженні дронів.

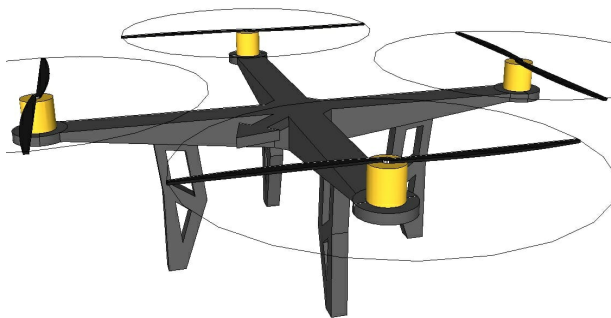


Рисунок 3 – Конструкція FPV (Без камери)

Крім того, FPV дрони можуть стимулювати творчість та інновації. Молоді інженери можуть експериментувати з різними додатковими пристроями та функціями, такими як автопілоти, системи навігації та передача даних, щоб зробити їх більш потужними та функціональними.



Рисунок 4 – Готовий FPV

З вищезазначеного можна зробити висновок, що FPV дрони відіграють важливу роль як у промисловості, так і в інших галузях діяльності підприємств. Вони забезпечують можливість ефективного моніторингу та інспекції навколишнього середовища, дозволяючи операторам отримувати реальні дані з високою точністю та швидкістю. Це допомагає підприємствам знижувати витрати, підвищувати продуктивність та забезпечувати безпеку на об'єктах. FPV дрони стають важливим інструментом для вирішення різних завдань у сучасному бізнесі та промисловості.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Алексеев В.Д., Михайленко В.І. та ін. Дрони: технології створення та застосування. Київ: Видавничий дім "Інтерсервіс", 2019. 240 с.
2. Коваленко О.І. Дрони у військовому та цивільному застосуванні. Київ: Національний університет оборони України, 2020. 176 с.
3. FPV пілотування. Популярні моделі літаків «Sky Hunter» для FPV-польотів. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/FPV-пілотування>
4. iFPV Керування Система керування різними FPV Betaflight для керування дронами з різних пристроїв URL: <https://betaflight.com/docs/wiki> (дата звернення 10.03.24)

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ТКАНИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ
СИСТЕМ ТЕХНІЧНОГО ЗОРУ

Розвиток сучасних інформаційних технологій дозволяє реалізувати процес контролю якості текстильних матеріалів у вигляді автоматизованих інтегрованих систем [1–3]. При цьому в системах управління можуть використовуватися різні технічні засоби управління, наприклад, системи телевізійного сканування, тощо. Використання таких систем вигідно з точки зору економічної доцільності: вони добре узгоджені з існуючими інформаційно-керуючими системами, мають високу повторюваність і відносно дешеві у виробництві.

Розробка високопродуктивних систем зору, здатних здійснювати автоматичний контроль якості текстильної продукції в технологічних комплексах, дозволяє забезпечити текстильній промисловості значне підвищення якості продукції.

У сучасній практиці неруйнівного контролю якості рулонних матеріалів в основному використовуються оптико-електронні методи реєстрації зображень [1].

Для проведення експерименту були використані зображення зразків тканини полотняного переплетення, отримані за допомогою цифрової відеокамери.

Відома модель тканини [4] представлена у вигляді двовимірного ряду Фур'є, виходячи з її ортогональної структури:

$$f(x, y) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} C_{m,n} e^{j\left(\frac{m\pi x}{l_x} + \frac{n\pi y}{l_y}\right)}$$

де $C_{m,n} = \frac{1}{4l_x l_y} \int_{L_x} \int_{L_y} f(x, y) e^{-j\left(\frac{m\pi x}{l_x} + \frac{n\pi y}{l_y}\right)} dx dy$ – коефіцієнти розкладення; l_x, l_y – характерні розміри комірки тканини; L_x, L_y – розміри рапорта тканини.

Для розрахунку частотної характеристики для області зображення тканини у середовищі MATLAB було застосовано дискретне перетворення Фур'є [5]. Для більш точної оцінки кута перекосу утоку оцінимо періодичність функції автокореляції. Знайдемо автокореляційну функцію за ДПФ-зображенням тканини (рис. 2, а)

$$A(x, y) = F^{-1}[F^*(u, v) \cdot F(u, v)]$$



Рисунок 2 – Автокореляційна функція
а) для зображення тканини, б) у полярних координатах

При вивченні періодичності фактури (тканини) в різних напрямках скористаємося полярною розгорткою автокореляційної функції (рис. 2, б):

$$I(\rho, \phi) = 1 - A(\rho \cdot \sin(\frac{2\pi\phi}{K}) + \frac{I}{2}, \rho \cdot \cos(\frac{2\pi\phi}{K}) + \frac{J}{2}).$$

Автокореляційна функція в полярних координатах відображає періодичність структури тканини для текстурних напрямків ϕ . На рис. 3 показана одна лінія автокореляційної функції для зображення зразка тканини з двома координатами автокореляційного мінімуму. При розрахунку характеристики передбачається відсутність витяжок.

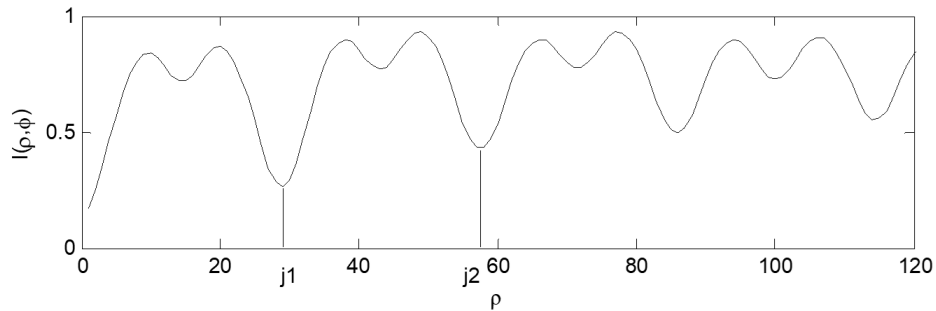


Рисунок 3 – Рядок автокореляційної функції в полярних координатах

За допомогою алгоритму ШПФ [6] розраховано амплітудний спектр для зразків тканин без деформації (рис. 4, а) та тканин з перекосом (рис. 4, б–в). Результати моделювання наведені на рис. 4 у другій колонці.

Для дослідження анізотропних оптичних властивостей тканини побудуємо характеристику $R(\phi)$ в полярних координатах (рис. 4). Характеристика періодичності фактури дозволяє визначити допустимий кут перекосу в симетрії в діапазоні перекосу $\pm 45^\circ$

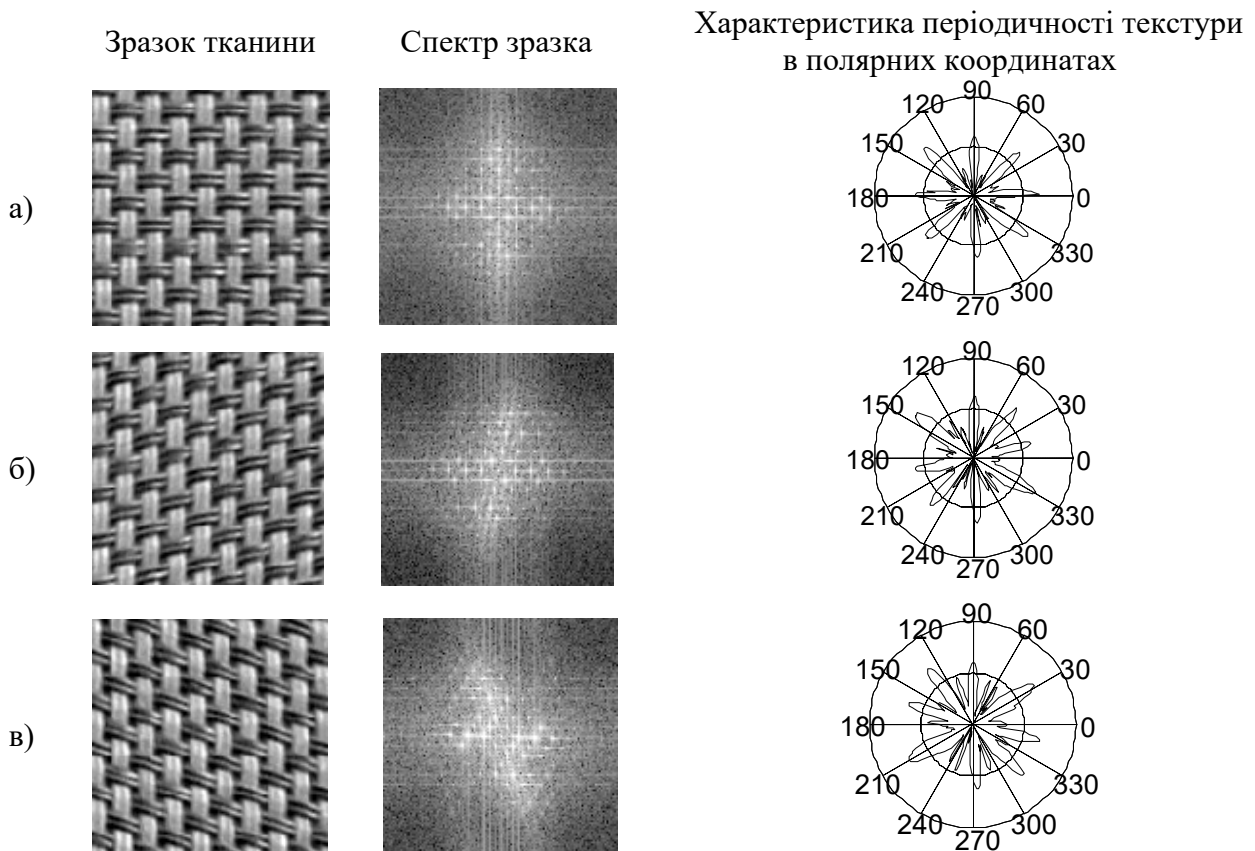


Рисунок 4 – Результати моделювання алгоритму для різних кутів перекосу утку

Особливістю використання даного методу для визначення перекосу є однозначність характеристик кута перекосу для обстежуваного об'єкта (тканини).

Аналіз анізотропії структури дає можливість адаптувати систему до різних типів текстур і може використовуватися в системах з компенсацією інформаційних потоків

Висока кутова роздільна здатність дає можливість визначати порушення властивостей структури тканин і оцінювати їх симетричність. Метод характеризується достатньою стійкістю при постійному освітленні і дозволяє визначити деформацію фактури в широкому діапазоні.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Рожков С. О. Методи і засоби оцінки якості тканин у системах керування текстильним виробництвом. Херсон: Олді-Плюс, 2011. 316 с.
2. Рожков С.А., Бражник Д.А., Тимофеев К.В. Контроль структурных параметров ткани с использованием фильтрации на основе распознавания образов. *Проблеми легкої і текстильної промисловості України*, 2004. №2(9). С.220–224.
3. Horrocks A.R. Handbook of Technical Textiles.:Amsterdam: Elsevier, 2000. 532 p.
4. Рожков С.А., Рудакова А.В., Единович М.Б., Решетняк Ю.С. Математическая модель ткани как объекта контроля в задаче термовлажностной обработки. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2006. № 3 (26). С.127–130.
5. Гонсалес Р., Вудс Р., Эдинс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. К.: Техносфера, 2006. 616 с.
6. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. К.: Мир, 1982. Кн. 1. 312 с.

ЕЛЕКТРОННЕ ТА ЕЛЕКТРИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ АВТОМОБІЛІВ

Розробка та постійне удосконалення енергопостачальних систем автомобілів, що включають акумулятори та комутаційну апаратуру, відіграють важливу роль у забезпеченні надійності та тривалості функціонування електричних систем. Також, створення нових енергопостачальних систем для автомобілів, включаючи акумулятори та комутаційну апаратуру, має визначальне значення для гарантування надійності і тривалості роботи електричних систем. Розвиток сучасних систем освітлення та сигналізації, у тому числі різноманітних варіантів фар, відіграє значну роль у покращенні видимості та забезпеченні безпеки на дорозі.

Метою дослідження є огляд та аналіз сучасних технологій електронного та електричного обладнання автомобілів з метою визначення їх впливу на продуктивність, безпеку та комфорт користувачів. Робота спрямована на вивчення інноваційних рішень у галузі автомобільної електроніки та електрики, а також на розгляд конструктивних особливостей та можливостей їх впровадження для поліпшення якості автомобільних систем.

Всі електронні системи автомобілів за функціональним значенням ділять на три основних групи, а саме: системи управління двигуном, системи управління трансмісією та ходовою частиною, системи управління обладнанням салону. Система управління двигуном (електронний блок керування) поділяється на бензинові та дизельні системи, а також на багатофункціональні або монофункціональні. До цієї групи можна віднести систему електропостачання автомобіля, що є невід'ємною частиною двигуна, наприклад генератор який є основним джерелом електроенергії в автомобілі, що забезпечує живлення споживачів та заряджання акумуляторної батареї під час роботи двигуна. Під терміном генераторна установка розуміють комплекс елементів енергопостачання автомобіля, що складається з вентильного генератора обладнаного регулятором напруги. На рис. 1 представлено його схему. Вентильний генератор – трифазна синхронна електрична машина змінного струму з електромагнітним збудженням, з вбудованим випрямлячем на кремнієвих діодах і електронним регулятором напруги. Статор з кришками формує корпус генератора. Ротор генератора приводиться в обертання клиновим пасом від шківів колінчастого валу двигуна. Магнітний потік із полюса S, перетинаючи повітряний зазор, пронизує зубець ротора, статор і, вдруге перетинаючи повітряний зазор, досягає полюса N. Цей шлях на рис. 1 позначено штриховою лінією. Під час обертання ротора під кожним зубцем статора проходить навперемінно то північний, то південний полюс ротора. Магнітний потік протікає через зубці статора, змінюється за величиною й напрямом і перетинає провідники трифазної обмотки, закладеної в пази між зубцями, витках якої індукується змінний струм.

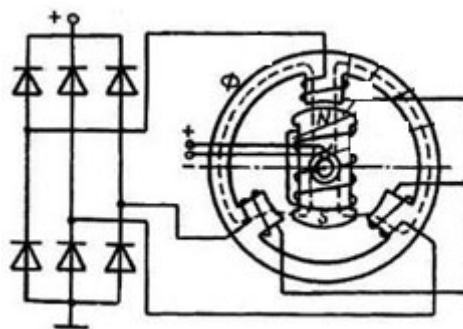


Рисунок 1 – Схема автомобільного генератора

В електронній системі управління трансмісією, автоматична трансмісія є головним об'єктом керування. Завдяки цьому електронний блок керування, виходячи з даних які

надсилаються від дросельної заслінки, а саме кута відкриття, та швидкості авто, він обирає оптимальне передатне число трансмісії для підвищення можливості керування та економії палива.

Управління обладнанням салону покликане підвищити комфортабельність та безпеку пасажирів та водія. Задля цього використовуються, наприклад система адаптивного круїз-контролю, схему якої показано на рис.2. Контроль швидкості руху вимагає наявності електронного керування потужністю двигуна (наприклад, ETC або EDC) для забезпечення розгону або уповільнення автомобіля. Водій встановлює потрібну швидкість руху та бажаний інтервал часу (1...2 секунди) і отримує мінімальний обсяг інформації: індикацію стану активації, потрібної швидкості руху, обраного водієм інтервалу, а також режиму переслідування, що показує, чи система фактично контролює відстань до транспортного засобу, що рухається перед ним.

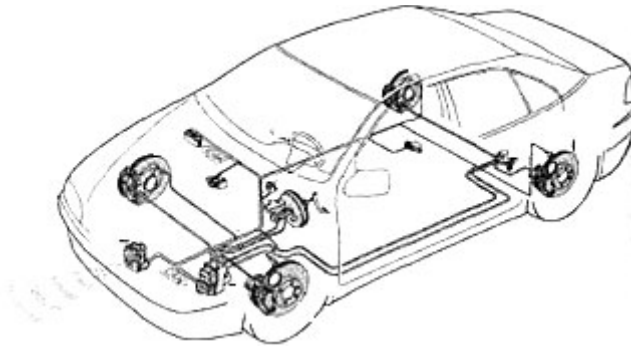


Рисунок 2 – Схема системи адаптивного круїз-контролю

Навіть при такій підтримці при керуванні транспортним засобом, яку дає водію система АСС, водій продовжує нести повну відповідальність за комплексні рішення з керування автомобілем. Функції безпеки, такі як екстрене гальмування, вибір швидкості руху і відстані в обов'язки даної системи не входять, ці функції разом з залишаються на особистій відповідальності водія автомобіля. Система АСС (adaptive cruise control) не передбачає операцій по керуванню автомобілем в міських умовах, лише при русі по автомагістралях при швидкостях понад 30 км/ч. Розширення функцій для роботи системи в міських умовах зажадає розробку значно вищих критеріїв функціонування датчиків, призначених для контролю навколишніх умов руху. Такі критерії не можуть бути досягнуті тільки за рахунок системи радіолокації, що працює при частоті 76,5 ГГц.

Датчик відстані. Найважливішим компонентом в системі є датчик, за допомогою якого вимірюються відстань до попереду їдучих автомобілів, відносна їх швидкість і відносне положення. Датчик радіолокації, працює на частотах 76...77 ГГц. Для вимірювань датчик випускає три промені одночасно. Відображені від попереду рухомого автомобіля, проміння аналізується за тривалістю розповсюдження, доплерівським зсувом частоти і відношенням амплітуд. На основі цих показників розраховуються відстань, відносна швидкість руху і відносне місцезнаходження автомобіля, що рухається попереду.

Сфера електронного та електричного обладнання автомобілів постійно розвивається. Інноваційні технології, такі як автопілоти, системи управління енергією та розв'язки для зменшення викидів, відкривають нові можливості для покращення автомобільної промисловості.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Сажко В.А. Електричне та електронне обладнання автомобілів: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. К.: Каравела, 2006. 296 с.
2. Литвиненко В.В., Майстрок А.П. Автомобильные датчики реле и переключатели. Краткий справочник. М.: ЗАО «КЖИ «Зарулем» 2006. 176 с.
3. А.Трантэр. Электрическое и электронное оборудование автомобилей – ЗАО «Алфамер Пабблишинг» 2008. 284 с.
4. Ибрагим К.Ф. Основы электронной техники: элементы, схемы, системы. Пер. с англ. изд. второе. М.: Мир, 2001. 398 с.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ТВЕРДОПАЛИВНИМ ПАРОВИМ КОТЛОМ НА ОСНОВІ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ РЕСУРСІВ

На теперішній час Україна знаходиться серед лідерів у сільськогосподарському виробництві, а також має великий потенціал для подальшого розвитку, особливо прискорення розвитку можна очікувати після закінчення війни та звільнення окупованих територій. [1] Однак, аграрна діяльність продукує досить суттєві обсяги органічних відходів, що при подальшому їх неправильному використанні стає гострою екологічною проблемою для країни. За оцінками, понад 93% відходів в Україні накопичуються на смітниках, значну частину яких складають саме органічні матеріали, які не мають ефективних шляхів утилізації. Це призводить до того, що довкілля забруднюється, а якість повітря поступово погіршується. [2]

Наявні на разі традиційні методи утилізації органічних відходів, наприклад, такі як компостування або звалища, не завжди бувають достатньо економічними, екологічно чистими або практичними. Одним з перспективним, екологічним та особливо економічно вигідним рішенням утилізації відходів є використання органічних відходів в якості палива для промислових та побутових потреб.

Якщо брати до уваги наявні на ринку твердопаливні котли, що працюють на основі відновлювальних ресурсів, то їх ефективність та екологічність залишаються на досить невисокому рівні через недосконалість систем керування. Через це більшість котлів потребують постійного контролю та нагляду з боку користувача, що робить їх експлуатацію трудомісткою та небезпечною [3]. Таким чином, актуальною науково-технічною задачею є підвищення ефективності процесів керування твердопаливними котлами, що працюють на органічних відходах за рахунок впровадження сучасних засобів мікропроцесорної техніки.

Метою цього дослідження є розробка та впровадження покращеної автоматизованої системи керування твердопаливним паровим котлом на основі відновлювальних ресурсів, що дозволить:

- Підвищити ефективну утилізацію органічних відходів.
- Зменшити забруднення навколишнього середовища.
- Знизити витрати на опалення.
- Підвищити комфортність та безпечність експлуатації котла.

Об'єктом дослідження є твердопаливний паровий котел, що використовує органічні відходи як паливо.

Предметом дослідження є автоматизована система керування, регулювання та автозавантаження ресурсів для безперебійної роботи котла.

Наразі існують різні типи систем керування твердопаливними котлами, які можна поділити на три категорії (рис. 1).

- Ручні системи: потребують постійного контролю з боку користувача, включаючи завантаження палива, регулювання подачі повітря та контроль температури.
- Автоматизовані системи: мають датчики та контролери, які автоматично регулюють подачу палива та повітря, а також контролюють температуру.
- Системи з автозавантаженням: крім автоматичного регулювання, також мають механізм для автоматичного завантаження палива в котел. [4]

Пропонована автоматизована система керування належить до категорії автоматизованих систем з автозавантаженням.

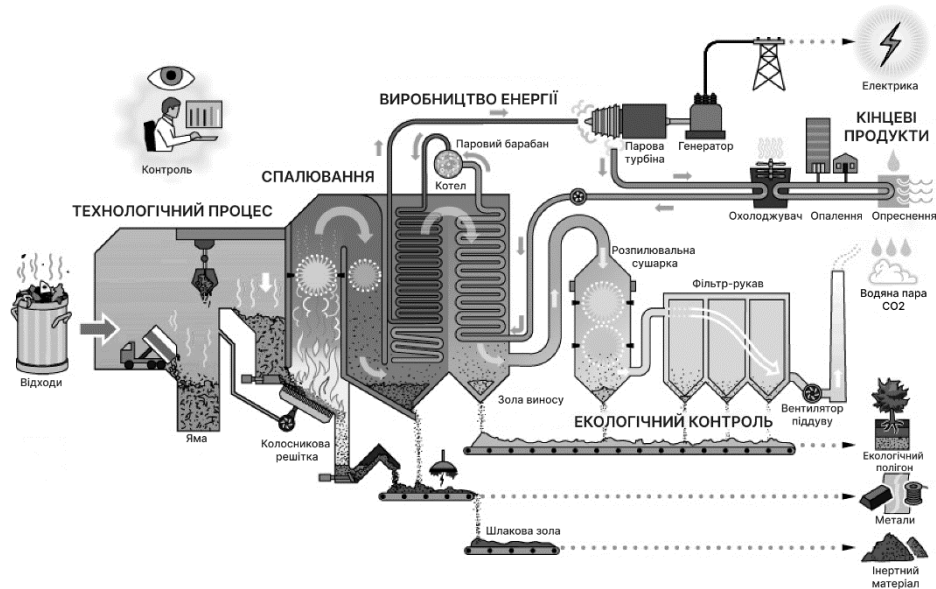


Рисунок 2 – Візуалізація технологічного процесу спалювання органічних відходів

Пропонована система керування працює наступним чином. Датчики збирають інформацію про температуру, тиск, витрату повітря та палива. Контролери обробляють цю інформацію та на основі заданих алгоритмів регулюють подачу палива та повітря. Програмне забезпечення забезпечує моніторинг, управління системою та візуалізацію потрібних даних. Механізм автозавантаження завантажує паливо в котел.

Дана система керування має ряд переваг порівняно з наявними системами:

- Підвищення ефективності: система буде автоматично регулювати подачу палива та повітря, що призведе до більш економного та екологічного спалювання.
- Зменшення викидів: система буде мінімізувати викиди шкідливих речовин в атмосферу.
- Зручність використання: система буде потребувати мінімального втручання з боку користувача.
- Економія часу та коштів: система дозволить економити час та кошти на закупівлі палива та обслуговуванні котла.

Удосконалити систему можливо за допомогою розробки нових алгоритмів керування для підвищення ефективності й екологічності спалювання та використання нових датчиків для більш точного вимірювання параметрів роботи котла. [5]

Розробка та впровадження покращеної автоматизованої системи керування твердопаливним паровим котлом на основі відновлювальних ресурсів дозволить підвищити ефективність утилізації органічних відходів, зменшити забруднення навколишнього середовища, зменшити витрати на опалення, електроенергію та підвищити комфорт та безпеку експлуатації котла.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Корягін, Н. К. Роль України у світовій сільськогосподарській торгівлі: аналіз її експортних та імпорتنних операцій та конкурентоспроможності аграрного сектору : магістерська дис.: 051 Економіка / Корягін Назарій Костянтинович. Київ, 2024. 111 с.
2. Березюк О.В., Яворський В.С. Аналіз конструкцій і робочих органів механізмів завантаження твердих побутових відходів у сміттевоз. *НаукПраці БНТУ, вип. 4, Січ 2024*.
3. Kravets T, Semerak M, Galyanchuk I, Yurasova O. Efficiency of preparation for solid fuel burning. *Mining Science*. 2022;29:205-220. doi:10.37190/msc222912.
4. Hong Huang, Yan Gao, Hunan Chen, Yiyang Wu, Jiayi Wang, Chenglong Yu, Jianlong Li, Changwei Zou, Biomass briquette fuel, boiler types and pollutant emissions of industrial biomass boiler: A review, *Particuology*, Volume 77, 2023, Pages 79-90, ISSN 1674-2001, <https://doi.org/10.1016/j.partic.2022.08.016>.
5. Érces, N.; Kajtár, L. Operational Testing of a Solid Fuel Boiler with Different Fuels. *Energies* 2021, 14, 2966. <https://doi.org/10.3390/en14102966>.

РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ПОДАВАННЯ ПОВІТРЯ ДО АЕРОТЕНОК

У сучасному світі питання охорони довкілля та екологічної безпеки є надзвичайно актуальними. З ростом населення та промислового виробництва зростає і негативний вплив людської діяльності на природне середовище. Одним із ключових аспектів екологічної безпеки є забезпечення належного очищення стічних вод перед їх відведенням у водоймища [1].

Сьогодні біологічний метод очищення стічних вод вважається одним з найбільш ефективних та екологічно чистих. Біологічний метод очищення заснований на життєдіяльності мікроорганізмів, які сприяють окисленню або відновленню органічних речовин, які є джерелом живлення для них [2]. Однак, успішність цього методу значною мірою залежить від точного регулювання процесу подачі повітря до аеротенків, де здійснюється біологічний розклад органічних забруднень.

Аеротенком є резервуар, в якому повільно рухається суміш активного мула і стічної рідини, що очищується. Для кращого і безперервного контакту вони постійно перемішуються шляхом подачі стислого повітря. Для нормальної життєдіяльності мікроорганізмів - мінералізаторів в аеротенк повинен безперервно поступати кисень повітря. Активним мулом є біоценоз мікроорганізмів - мінералізаторів, здатних сорбувати на своїй поверхні і окислювати у присутності кисню повітря органічні речовини стічної рідини.

Хороший активний мул має компактні пластівці середньої величини. Ефект очищення в аеротенках, якість і окислювальна здатність активного мулу визначаються складом і властивостями стічних вод, гідродинамічними умовами перемішування, температурою і активною реакцією середовища, наявністю елементів живлення і іншими чинниками. Всі ці задачі можуть бути вирішені шляхом впровадження автоматизованих систем керування.

Метою дослідження є розробка системи віддаленого моніторингу рівня кисню в рідині та системи автоматичного керування подачею повітря до аеротенок., яка здатна забезпечувати оптимальні значення технологічних параметрів.

Аеротенк – витискувач N 1 і N 2 (поз.7/1-2) є прямокутним в плані залізобетонним резервуаром, розмірами 108 x 36 x 6,4 м (рис. 1). Об'єм одного аеротенка - 24 тис.м³. Пропускна спроможність - 75 тис.м³/доб. Конструктивно резервуар аеротенка розділений на 4 коридори, шириною 9 м кожен. Перший коридор з 4-рьох - є регенератором. У регенератор поступає надлишковий активний мул з вторинних відстійників. Тут закінчуються процеси окислення мула і він регенерується [3].

Подача води в аеротенк - витискувач здійснюється з розподільної камери N1 в канал освітленої води. З каналу освітлена вода поступає в розподільний лоток, звідки виливається через розподільні вікна в другий і третій коридори аеротенка. На розподільних вікнах встановлені щитові затвори, які дозволяють регулювати кількість рідини, що поступає через вікна, по всій довжині аеротенка. (див. схему аеротенка - витискувача і змішувача).

Повітря в аеротенк подається по основному трубопроводу - повітроводу. У нього врізаються стояки із засувками D=200 мм, по яких здійснюється підведення повітря до фільтросних каналів (див. рис. 1). Кількість фільтросних каналів в регенераторі - 4, в робочих коридорах N 2,3,4 по 2 фільтросних канали. Для видалення рідини із фільтросних каналів передбачені водовикидні стояки D=50 мм. При аерації стічної води з активним мулом відбуваються процеси очищення води і збільшення кількості активного мулу внаслідок приросту біомаси і витягання з води біологічно неактивних забруднень. Час знаходження стічної рідини в аеротенку витискувача складає 7 - 10 годин.

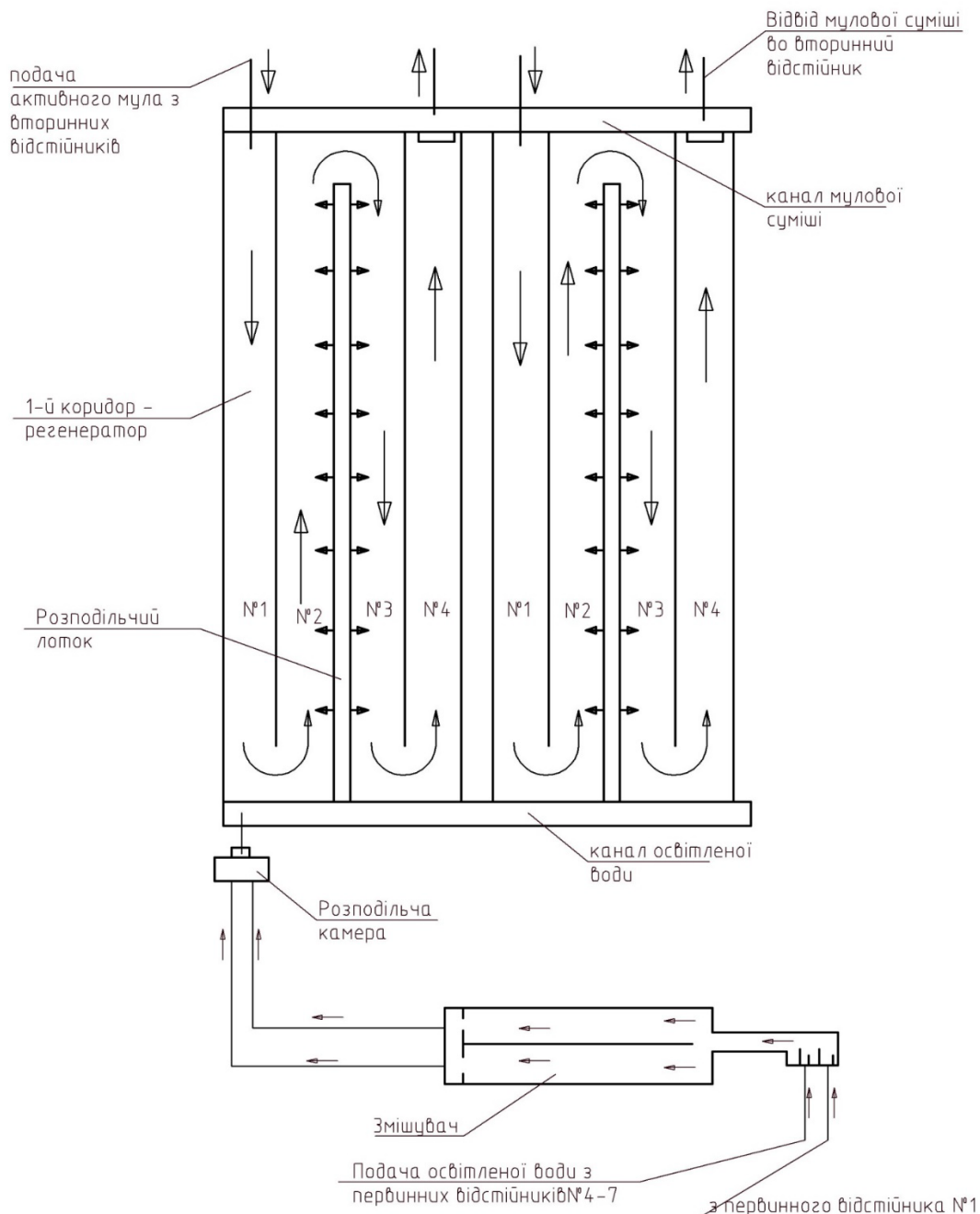


Рисунок 1 – Схема аеротенка-витискувача та змішувача

Біологічно очищена стічна рідина разом з активним мулом (суміш мулу) з коридору N4 аеротенка, через водозлив поступає в канал суміші мулу, звідки по двох трубопроводах $D=800$ мм відводиться на розподільні чаші N3 і N4. З розподільної чаші N3 суміш мулу поступає через відкриті щитові затвори у вторинні відстійники N1 і N2. З розподільної чаші N4 через відкриті щитові затвори суміш мулу поступає у вторинні відстійники N3 і N4. Спорожнення змішувача здійснюється по двох лініях спорожнення $D=200$ мм (з кожного відділення змішувача), зі встановленими засувками, які розташовані в одному колодязі.

Спорожнення аеротенка виробляється через систему спорожнення насосом, розташованим в технологічній насосній станції. Для цього необхідно відкрити засувку на трубопроводі спорожнення з аеротенка і засувку на загальному трубопроводі. Засувки на спорожнення останніх аеротенків мають бути всі закриті, щоб не було "підсосу" рідини з цих споруд. Спорожнення аеротенка здійснюється в камеру гасіння. Спорожнення каналу освітленої води і каналу суміші мулу здійснюється через відкриті "хлопавки" в 4-й коридор аеротенка. Уздовж обох каналів по дну укладені перфоровані труби $D=100$ мм, для

взмучування осаду. Для цих же цілей додатково укладені перфоровані труби $D=100$ мм в кожному коридорі аеротенка. Взмучування осаду не дозволяє йому накопичуватись на дні каналів і коридорів аеротенка. На даний час моніторинг рівня кисню в рідині здійснюється за допомогою лабораторії.

В зв'язку з тим, що в системі використано чотири компресори (K1, K2, K3, K4) – один з частотним перетворювачем (ЧП) та контролером (потужність варіюється від 70-100%), засувки на повітропроводі, датчик тиску (М) зв'язаний з контролером, для розробки системи автоматичного керування потрібно застосувати чотири електроди-оксидометра, які будуть вимірювати рівень кисню в контрольних точках, контролер буде в залежності від рівня кисню керувати відкриттям/закриттям засувки до аераторів та передавати інформацію про рівень кисню в хмару для зберігання та аналізу [4]. Чотири компресори, два частотних перетворювачі, два контролери, датчик тиску в повітропроводі (рис. 2). В штатному режимі працює компресор з частотним перетворювачем, в залежності від тиску в повітропроводі на повну потужність або зі зменшенням, якщо компресор не встигає нагнітати повітря, включається додатково другий компресор, всім цим керує контролер (як варіант віддалений доступ до контролеру, який надає змогу керувати віддалено в ручному режимі).

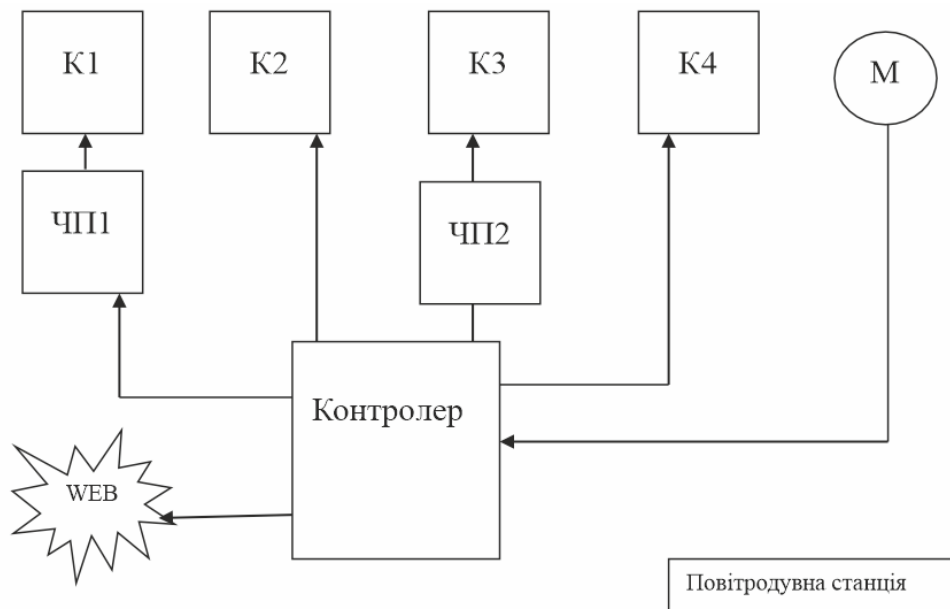


Рисунок 2 – Схема керування компресорами для подавання повітря до аеротенок

Для ефективної роботи системи необхідно розробити методи та алгоритми керування регуляторами, із застосуванням сучасних технологій. Для цього потрібно у першу чергу отримати математичну модель у просторі станів, яка надає можливість аналізувати поведінку елементів системи як окремо, так й інтегрований системи [5].

ЛІТЕРАТУРА:

1. Бондар О.А., Соколенко А.І., Шевченко О.Ю. Перспективи очищення промислових стічних вод. *Харчова промисловість* № 7, 2008, С. 57-60.
2. Саблій Л.А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: автореф. дис. д-ра техн. Наук. Київ, 2011. 40 с.
3. Фельбер Г., Фішер М. Посібник оператора каналізаційних очисних споруд. Спільно зі спеціальним комітетом DWA БПЦ-2 «Базові курси». Львів: ПАІС. 2020. 520 с.
4. Лукінюк М. В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічний об'єкти керування та схеми автоматизації: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Автоматизація і комп'ют.-інтег. технології». К.:НТУУ «КПІ», 2008. 236 с.
5. Рудакова Г.В., Димов В.С. Елементи сучасної теорії управління. Навчальний посібник. Херсон: ХНТУ, 2005. 112с.

РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНОГО ТА СТАТИЧНОГО МЕТОДІВ ІНДИКАЦІЇ НА МАТРИЧНОМУ ДИСПЛЕЇ

Задача підготовки висококваліфікованих інженерів в галузі автоматики є актуальною для сучасного рівня української економіки. Цьому сприяє розвиток і зміцнення матеріально-технічної бази ХНТУ. Це і широке впровадження технічних засобів навчання, використання сучасного обладнання та приладів, модернізація лабораторних стендів і макетів, з урахуванням останніх досягнень науки і техніки на сучасній компонентній базі.

З метою підвищення рівня практичних навичок студентів було спроектовано стенд для дослідження динамічного та статичного методів індикації на матричному дисплеї з використанням мікроконтролера. Застосування мікроконтролера дозволяє програмним шляхом змінювати режим роботи дисплея зі статичного на динамічний з одночасною зміною режимів роботи елементів дисплею.

Драйвери управління індикаторами побудовані на мікроконтролері. Увесь екран апаратно відображений в сторінкову організовану відеопам'ять, в максимальній конфігурації – до 256 відеосторінок. Шляхом швидкого перемикання відеосторінок може бути отримане анімоване зображення. Цикл відображення відеоінформації полягає в завантаженні відеосторінок із зовнішньої пам'яті і відображенні їх на екрані із заданою швидкістю і в заданій послідовності. Деякі операції по роботі з графікою такі як ротація і скролювання екранів, інвертування, копіювання сторінок, друк вбудованими шрифтами реалізовані на апаратному рівні. Це дозволяє, в деяких випадках, істотно зменшити навантаження на канал передачі даних

Структурна схема лабораторного стенду для дослідження динамічного і статичного методів індикації зображена на рис. 1.

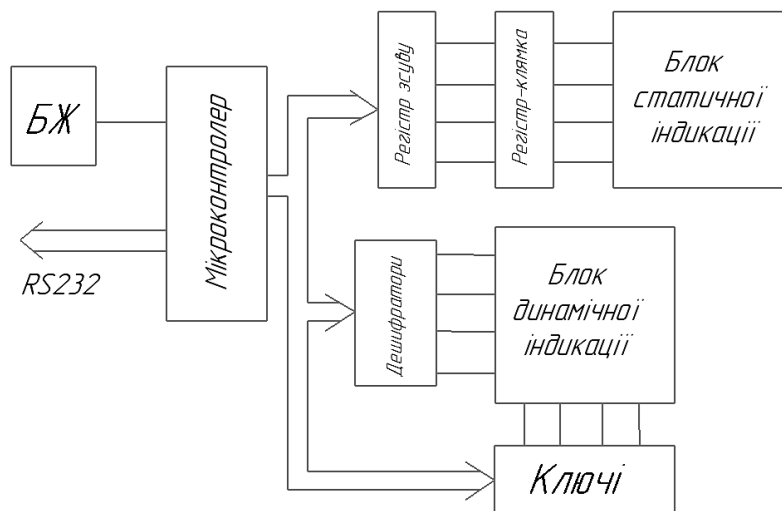


Рисунок 1 – Структурна схема лабораторного стенду для дослідження методів індикації

Комплекс складається з трьох частин: мікроконтролер AT90S8515, блок статичної індикації, блок динамічної індикації, усі вони живляться від блоку живлення (БЖ), команди, управління контролером, надходять через інтерфейс RS232

RS232 – стандарт інтерфейсу обміну даними між двома пристроями шляхом послідовної передачі даних (асинхронний зв'язок), знаходить використання в послідовних портах

комп'ютерів і інших пристроїв. У запропонованому стенді інтерфейс RS232 забезпечує зв'язок між ПК і контролером, що дає можливість перепрограмувати контролер та змінювати режими роботи.

Мікроконтролер - головна ланка цієї схеми, він управляє матрицями статичної і динамічної індикації за допомогою дешифраторів і ключів.

У разі динамічної індикації за включення рядків світлодіодної матриці відповідає дешифратор, а стовпців - ключі, якими є транзистори.

Блок статичної індикації управляється тільки дешифраторами, оскільки живлення постійне.

У основі цього стенду лежить мікроконтролер AT90S8515 [1], який є ланкою, що управляє живленням індикаторами.

AT90S8515 – 8-ми розрядний AVR® мікроконтролер з 8 Кбайт Flash пам'яттю з підтримкою внутрісистемного програмування. Вбудована Flash - пам'ять з підтримкою внутрісистемного програмування забезпечує можливість перепрограмування програмного коду у складі системи, за допомогою SPI послідовного інтерфейсу, або за допомогою стандартного програматора енергонезалежної пам'яті.

На рис. 2 представлена функціональна схема розроблюваного стенду.

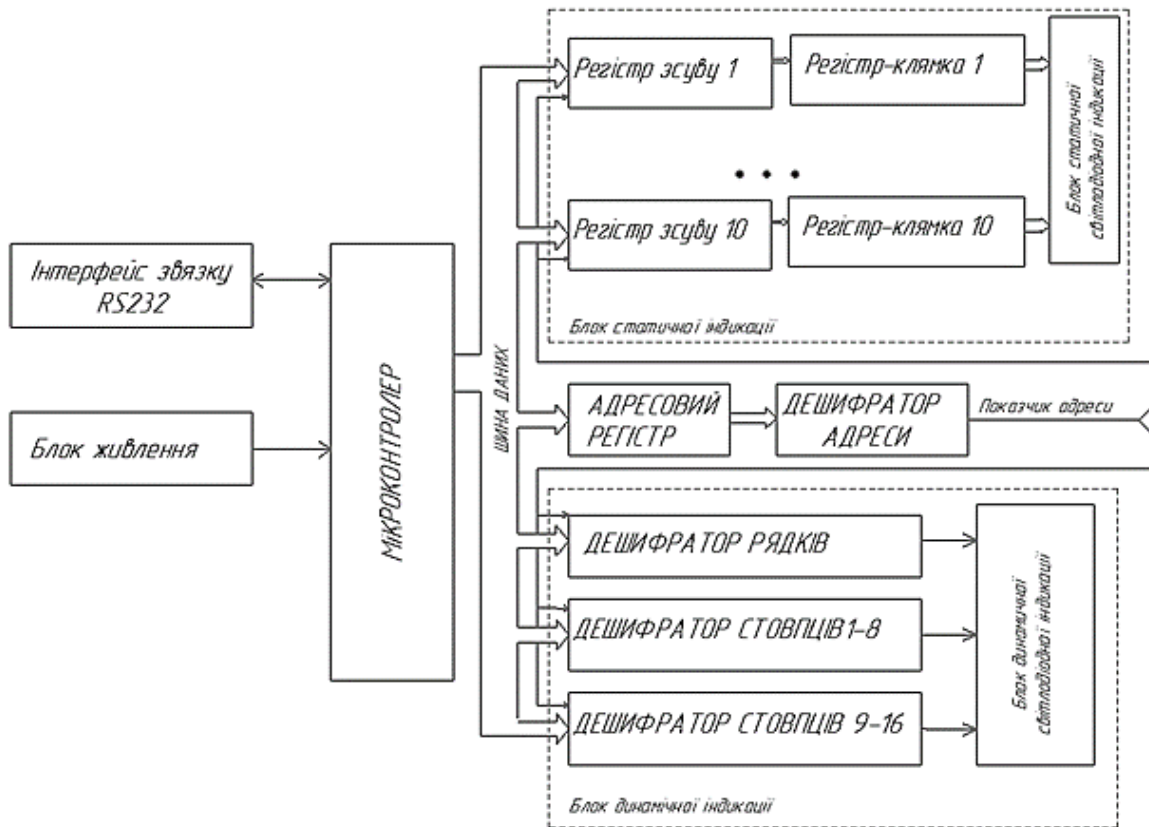


Рисунок 2 – Функціональна схема пристрою управління індикацією

В режимі статичної індикації кожен сегмент індикатора постійно знаходиться в одному з двох станів-включений або вимкнений [2]. Її основне достоїнство в тому, що після виведення інформації, наприклад в зсувний регістр, стан індикатора не зміниться доки не будуть змінені дані в цих регістрах. Також оскільки напруга на сегментах є присутньою постійно яскравість індикатора буде максимальною, а індикатори не мерехтять.

При динамічній індикації сегменти запалюються по черзі. А за рахунок інерції ока здається, що індикатор горить постійно. З її основних плюсів — потрібно значно менше зовнішніх елементів. Основний мінус— для неї постійно потрібно використовувати процесор постійно. Частота зміни сегментів вибирається зазвичай не нижче 50Гц. Краще використати частоти не кратні 50, інакше при штучному освітленні може з'явитися мерехтіння.

На рис. 3 представлено алгоритм управління роботою режимів індикації. Програмування контролера виконано в середовищі AVR Studio [3].

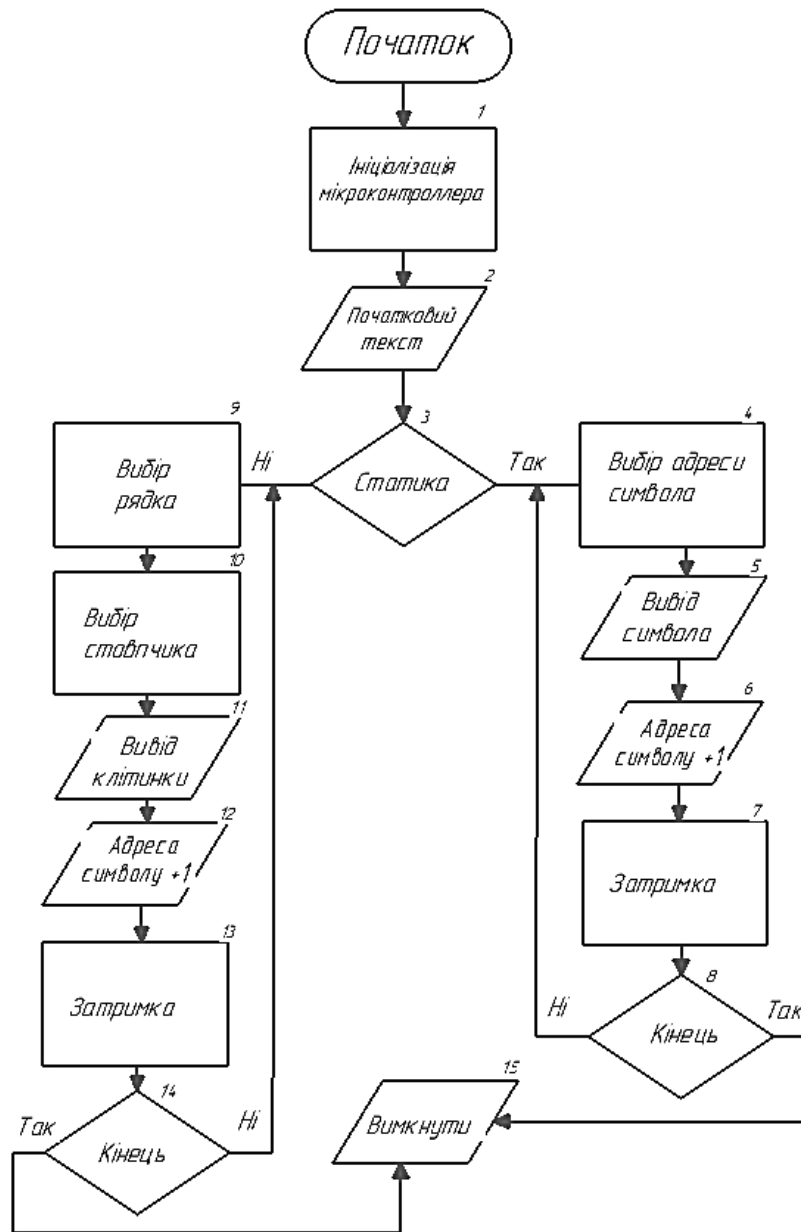


Рисунок 3 – Блок-схема алгоритму управління індикацією

Запропонований стенд дозволяє вивчати способи індикації матричних таблиць а також опановувати навички програмування мікроконтролерів. Стенд можна використовувати при проходженні курсів «Електроніка і мікросхемотехніка» та «Мікропроцесорні системи».

ЛІТЕРАТУРА:

1. 8-bit AVR® MCUs URL: <https://www.microchip.com/en-us/products/microcontrollers-and-microprocessors/8-bit-mcus/avr-mcus> (дата звернення 22.03.24).
2. Воробйова О.М., Панфілов І.П., Савицька М.П., Флейта Ю.В. Електроніка та мікросхемотехніка: підручник. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2015. 298 с.
3. Цирульник С.М., Азаров О.Д., Крупельницький Л.В., Трояновська Т.І. Програмування мікроконтролерів AVR: навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2018. 111 с.

АНАЛІЗ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ СВІТОВИХ ЛІДЕРІВ FANUC, YASKAWA, ABB, KUKA

Тенденцією сучасного машинобудування є перехід від механіки до мехатроніки, яка є однією із перспективних напрямів у сфері робототехніки та охоплює автоматизацію механізмів і програмування пристроїв.

У той же час промислові роботи сьогодні є незамінним обладнанням виробничих процесів. Оскільки завдяки їм вдається знизити затрати на робочу силу, прискорити виробничі процеси, підвищити точність виконання завдання, зменшити брак, зекономити матеріал, знизити вартість обробки, вдосконалити керування, здійснити гнучкість під час переходу на інший проект і забезпечити енергозбереження процесу. У зв'язку з цим ринок промислової робототехніки збільшується швидкими темпами.

Одним із найпопулярніших видів промислових роботів є маніпулятори. Вони являють собою механічні пристрої, що складаються з декількох з'єднаних між собою ланок або суглобів. Маніпулятори використовуються для виконання різних завдань, таких як: підйом і переміщення предметів, зварювання або фарбування деталей.

Світовими лідерами 2024 року у галузі створення та виробництва маніпуляторів є компанії FANUC, YASKAWA, ABB, KUKA [1-2].

Перше місце в світі за рівнем продажу і впроваджень серед роботів займає промисловий робот японської фірми FANUC. Які випускають широким асортиментом, що становить більше ста моделей. Серед яких самий сильний робот у світі з вантажопідйомністю 2300 кг і самий сильний колаборативний робот вантажопідйомністю 35 кг, компактний обробляючий центр ROBODRILL, машина для лиття пластику під тиском ROBOSHOT, машина для різання ROBOCUT, надточний обробляючий центр ROBONANO.

Роботи кооперації FANUC можуть застосовуватися практично в усіх галузях виробництва. Оскільки основними видами є: шарнірні роботи (серій LR Mate, M, R), колаборативні роботи (серій CR), дельта роботи (серії M), роботи для палетизації (серій M і R), роботи для дугового зварювання (серій ARC Mate, M710 IC), роботи з верхнім кріпленням (серії M), фарбувальні роботи (серій Paint Mate і P) і SCADA роботи (серії SR).

Ці роботи спроможні виконувати складні завдання з обслуговування верстатів, вкладання на піддони (палетизацію), видалення зайвого матеріалу з деталі, точкове зварювання та ін.

Пристрої вирізняються високою точністю, швидкістю роботи, надійністю, довговічністю та широким спектром функцій і можливостей завдяки передовим системам керування [3-4].

До всесвітньо відомих своїми інноваційними технологіями випуску індустриальних роботів відноситься японський виробник YASKAWA. Серед його автоматичних пристроїв переважають високопродуктивні маніпулятори, які вирізняються високою точністю і надійністю, що дозволяє їм успішно виконувати самі складні завдання у виробничому середовищі. Внаслідок передових технологій керування, вони можуть виконувати складні завдання з підвищеною точністю і швидкістю.

Особливо заслуговують на увагу роботи MOTOMAN. Зокрема, універсальні роботи для зварювання і різання, пакування і фарбування YASKAWA MOTOMAN (серій HC10, GP, ES, SIA, SDA, HP, MH), роботи для різання, дугового, точкового і лазерного зварювання (серій MS, MC, MA), роботи для пакування, сортування, палетування і роботи на конвеєрі (серій MPK, MPL, MPP, MYS), роботи для фарбування, нанесення герметиків і роботи в вибухонебезпечних умовах (серії MPX/MPO) [5-6].

Третім виробником серед лідерів із випуску роботів є шведська компанія ABB, яка входить у список Fortune Global 500 і спеціалізується на розробці та виробництві автоматизованих систем і рішень. У всьому світі працює більше 300 тисяч її промислових роботів, які знаходять своє застосування у виробничих процесах Nestlé, Unilever, Cadbury, IKEA, Tarkett, Apple, Dell, Foxconn, Hewlett Packard, Motorola, Nokia, AstraZeneca, GlaxoSmithKline, Johnson & Johnson, Schering-Plough і інших. Для таких операцій як: маніпулювання і позиціонування, палетування і депалетування, збирання і розбирання, пакування і розкладка, дугове і точкове зварювання, нанесення фарб, лаків, клеїв, захисних покриттів, механічної обробки матеріалів (полірування, фрезерування, шліфування).

Продукцією цієї компанії є як широкий вибір малогабаритних роботів для невеликих завдань, так і великих маніпуляторів для важких вантажів, що спроможні обробляти великі об'єми вантажів і виконувати складні операції з мінімальним втручанням людини. Популярність цих автоматичних пристроїв забезпечується завдяки наявності передових систем відеоспостереження і датчиків, що дозволяє їм безпечно працювати поблизу людей, високою швидкістю роботи, надійністю, довговічністю, гнучкістю і маневреністю, продуктивністю і ефективністю.

ABB як і інші робототехнічні виробники сьогодні розвиває виготовлення колаборативних роботів, то б то, спроможних взаємодіяти з людиною, працюючи сумісно без огорожень. Прикладом якого є робот ABB YuMi, обладнаний двома руками-маніпуляторами і займаючий невеликі розміри. Цей робот вирізняється високою точністю, яка дозволяє протягнути нитку в голку. Інтуїтивне самонавчання пристрою не потребує спеціального навчання чи навичок програмування. Для його навчання пристрій достатньо просто фізично направляти. Подібно до інших промислових роботів YuMi підключають до промислового інтернету речей (ІоТ) і застосовують інформацію для збільшення продуктивності, підвищення надійності і терміну служби.

Крім роботів YuMi широкого поширення набули роботи-маніпулятори IRB (з модифікацією ID) для зварювання, обробки матеріалів, збірки дрібних деталей, фарбування і оздоблення, збирання, пакування, вкладання на піддони і обслуговування машин [7-8].

Ще однією серед відомих компаній-виробників промислових роботів є німецька компанія KUKA. Яка активно застосовує передові технології в своїх пристроях, що дозволяє їм бути ефективними в самих складних умовах виробництва.

Роботи KUKA мають велику варіативність у методах застосування, а зміна чи коректування виконуючого завдання для них є досить не складними. Виробник розглядає кожне своє пристосування не як окремий механізм, а як частину модульної виробничої лінії, яка може бути гнучко перебудована на випуск будь-якої продукції. Наприклад, роботизований маніпулятор може бути встановлений на мобільній чи порталній платформі.

До переваг роботів цього виробника є висока швидкість роботи і точність позиціонування, висока гнучкість і маневреність для виконання складних завдань у виробничих процесах зварювання, навантаження, палетування, пакування, обробки, збирання і інших.

KUKA пропонує широкий спектр моделей промислових роботів для виробництва, включаючи маніпулятори з різною вантажопідйомністю і радіусами дії. Серед яких, як невеликі роботи для роботи в обмеженому просторі, так і великі маніпулятори для важких вантажів. Зокрема: маленькі роботи (до 10 кг) (серій AGILUS і CYBERTECH), які вирізняються точністю позиціонування, що навіть на максимальній швидкості становить 0,04 мм; роботи середнього навантаження (30-60 кг) призначені для роботи в екстремальних умовах ливарного виробництва, малярних, зварювальних і вантажо-розвантажувальних робіт, у яких завдяки спеціальній конструкції забезпечується ізоляція вузлів від агресивного зовнішнього середовища і великий міжрегламентний період. Крім цього серія роботів KR QUANTEC розроблена для високого навантаження (80-300 кг) і для будь-якого виробничого середовища із забезпеченням гнучкої комплектації роботів і хорошої доступності вузлів і агрегатів і надпотужні роботи (300-1300 кг) з відкритою кінематичною системою і безпрецедентною

вантажопідйомністю, які дозволяють точно і швидко справлятися з обробкою важких вантажів (каменю, скла, сталених балок, компонентів для суден і літаків, мрамурні блоків, збірних залізобетонних деталей) на відстань до 6,5 м. Для особливих сфер застосування існує варіант Foundry чи версія робота для вкладання важких вантажів до 1,3 тонн.

До того ж здійснюється випуск спеціальних моделей роботів. Серед яких РА – серія роботів для вкладання вантажу на піддони – палетайзери. Пристрої цієї серії виділяються швидкістю вкладання важких вантажів із оптимальною тривалістю циклу.

Одним із найкращих роботів-палетовкладачів на ринку вважається KUKA KR QUANTEC PA з модифікацією KUKA KR QUANTEC PA Arctic. Його особливістю є функціонування за екстремально низьких температур до -30°C . При цьому електронні і механічні частини апарату не потребують захисту від морозу та снігу та не виділяють зайвого тепла. Радіус дії маніпулятора цієї модифікації становить 3195 мм, а корисне навантаження – до 240 кг.

Крім цього компанія KUKA випускає колаборативні роботи (марки LBR iiwa – чутливий колаборативний робот, який має два виконання вантажопідйомністю 7 і 14 кг і інші). Роботи вирізняються спроможні запам'ятовувати ті дії, яких їх навчає оператор переміщуючи маніпулятор вручну [9-10].

Отже, промислові роботи знайшли широке застосування у виробничих процесах завдяки можливості автоматизації технологічних процесів. Роботи FANUC, YASKAWA, ABB, KUKA користуються найбільшою популярністю завдяки високій якості, надійності і ефективності.

Під час вибору робота для певного процесу необхідно враховувати певні фактори серед основними є швидкість роботи, точність руху, вага вантажу і доступний робочий простір.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Журавський О.Б., Федік Л.Ю. Застосування мехатронних систем під час виробництва мехатронного обладнання. *II Correspondence International Scientific and Practical Conference «Science in motion: classic and modern tools and methods in scientific investigations»*, 2024, January 19. С. 173-174 DOI: 10.36074/grail-of-science.19.01.2024.029.
2. Види роботів і класифікація в робототехніці: всі області застосування і провідні виробники розумних машин. URL: <https://worldbank.org.ua/3720-vidi-robotiv-i-klasifikatsiya-v-robototekhnitsi.html> (дата звернення 6.04.2024).
3. Промислові роботи FANUC. URL: <https://www.fanuc.eu/ua/uk/роботи> (дата звернення 6.04.2024).
5. Чемпіони в середній вазі. Серія R-1000. URL: <https://www.fanuc.eu/ua/uk/роботи/robot-filter-page/серія-r-1000> (дата звернення 6.04.2024).
6. Yaskawa. URL: https://www.machineseecker.com.ua/main/search/index?search-word=Yaskawa&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwq86wBhDiARIsAJhuphk3cdUQ7g58SvLczZjG4E5JutgKFY8MGhVdCdbisiNwyXXbu4QbXpYaAhQdEALw_wcB (дата звернення 6.04.2024).
7. Мотоман. URL: https://www.eurobots.com.ua/motoman-used_robots-c6-uk.html (дата звернення 6.04.2024).
8. ABB – технології у сфері промисловості, транспорту та інфраструктури. URL: <https://skifcontrol.com.ua/elementy-avtomatizaczii-proizvodstva-2/abb-tehnologij-v-sfere-promyshlennosti-transporta-i-infrastruktury/> (дата звернення 6.04.2024).
9. Роботи як різновид промислових роботів: сутність, виробники, ціни, особливості конструкції та функціональні можливості. URL: https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/315828/mod_resource/content/1.pdf (дата звернення 6.04.2024).
10. Промислові роботи KUKA. URL: <https://www.techvitas.com.ua/ua/PROMISLOV%D1%96-ROBOTI/> (дата звернення 6.04.2024).
11. Види промислових роботів від виробника KUKA. URL: <https://hydromarket.com.ua/ua/a423564-vidy-promyshlennyh-robotov.html> (дата звернення 6.04.2024).

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПЕРЕРОБКИ МОЛОКА НА ПЕРВИННОМУ ЕТАПІ

Серед великого асортименту харчових продуктів тваринного і рослинного походження, найбільш досконалим і найбільш цінним в харчовому і біологічному плані є такий продукт як молоко та похідні від нього. Адже молоко це єдиний харчовий продукт, що забезпечує організм людини всіма необхідними живильними речовинами і мікроелементами від етапу народження до похилого віку людини. [1]

Заради справедливості необхідно зазначити що у деяких державах таких як Китай, Японія і острова Полінезії молоко взагалі не вживають в переліку харчових продуктів, оскільки організм деяких людей монголоїдної раси не здатний засвоїти лактозу, генетично закладено неможливість засвоєння лактози. Але нам пощастило, близько 75-80 % європейців мають можливість і здатність споживати як молоко так і продукти похідні від молока. Багато людей середньої та північної Європи і частково Африки споживають молоко навіть в дорослому віці (що не у всіх є така здатність після періоду годування грудьми). У деяких народів молоко взагалі розглядалося як церемоніальне підношення в якості жертви божественним сутностям і святим духам. Така традиція жертвоприношення в давні часи застосовувалася і у слов'янських народах.

Отже генетично запрограмована здатність споживати молоко і висока харчова цінність молочної продукції обумовлена наявністю в ній білкових речовин, жиру, вуглеводів, мінеральних солей та різних корисних вітамінів виводять молочну продукцію на перше місце у сфері споживання в Україні. Головним завданням підприємств які переробляють молоко є задоволення споживацького попиту у високоякісних та безпечних корисних продуктах молочного походження із збереженням їхньої унікальної різнобарвної поживної цінності. Одним із факторів, що прямо впливає на рівень якості вироблених харчових молочних продуктів є якість сировини, яку використовують для їх виробництва. Сировину, яка незадовільняє технологічним стандартам якості неможливо застосовувати у виготовленні високоякісної біологічно цінної молочної продукції. Саме тому корисне і якісне за хімічним складом молоко, одержане за незадовільних санітарно-гігієнічних умов, швидко перетворюється у непридатне до вживання або навіть у шкідливий продукт для здоров'я споживача. Для виробників молока та продуктів його переробки актуальним питанням залишаються проблеми надходження на виробництво якісної за всіма технологічними стандартами молочної сировини. В останні роки дана проблема лише посилювалася, оскільки обсяги виробництва сирого молока через економічні обмеження з року в рік зменшувалися. За таких умов підприємства з переробки молочної сировини змушені приймати сировину незадовільної низької якості, щоб тільки якось задовольнити свої потреби в сировині та попередити перебої і простої у виробничих процесах. [2]

До 2004 року Україна входила в передову десятку найбільших світових виробників коров'ячого молока. Адже географічно Україна має одні з найкращих у світі умов для вирощування поголів'я дойної скотини і виробництва молока та молочних продуктів, однак проблему достатньої насиченості ринку молочними виробами не вдавалося повністю вирішити навіть у найсприятливіші для розвитку молочного господарства роки. Обсяги виробництва через конкуренцію у світовій економіці в Україні з плином часу зменшувалися, а попит на молочні вироби в світі навпаки зростав. Але сумний досвід показав, що українські виробники і переробники молока навіть у часи активної війни в Україні, руйнацію і окупацію територій і молочних господарств можуть самостійно задовольнити потребу споживачів у такій продукції на внутрішньому ринку. Також під час фази активного воєнного вторгнення росії

виникли проблеми з імпортом молочної продукції в Україну, через що багато підприємств з переробки молока переорієнтувалися на внутрішній ринок споживачів і стали спроможні замінювати імпорт молочної продукції в найближчий час. А блокада морських шляхів України через агресію росії спонукає експорт переорієнтуватися на нові альтернативні шляхи через західний кордон України. В таких сучасних складних умовах необхідно відроджувати економічні і виробничі потужності.[3] І відродження виробництва молочної продукції можливе лише за стандартної, всім відомої, простої умови - це стати конкурентноспроможними, а конкурентноспроможність виробників України складатиметься з наступних складників:

1 – перш за все потрібно покращувати і контролювати якість продукції на всіх етапах виробництва і переробки, тобто керувати якістю виробничих процесів;

2 – економічно врегулювати і шукати нові внутрішні і зовнішні ринки збуту молочної продукції;

3 – впроваджувати інноваційність на переробних підприємствах молочної сировини.

З огляду технічних науковців з систем контролю і управління можемо розв'язувати перший і третій складники задачі.

Хоча підвищення якості і відносять до задач управління, але управління якістю доцільно здійснювати тільки інноваційними сучасними методами і засобами. Таким чином два складники поєднуються в одну задачу.

Для сучасної інтеграції на міжнародний ринок українським виробникам допоможе і спонукатиме відновлення і осучаснення виробничих технологічних потужностей та глобальний перехід на міжнародні стандарти молочної продукції.

Перш за все якість на будь якому виробництві починається з якісної сировини. Технологічні властивості молока – це ті його фізико-хімічні показники, при оптимальних параметрах технологічного процесу з якого за відповідної технології можна виробляти будь-які високоякісні молочні продукти. Такими якісними показниками є:

- нормальні органолептичні властивості молока, відсутність зайвого смаку, кольору, запаху, та консистенції;
- повноцінний біохімічний склад та оптимальні фізико-хімічні властивості;
- високі санітарно-гігієнічні якісні вимоги;
- термостійкість;
- відсутність сторонніх надлишкових домішок;
- параметри оптимального сичужного зсідання (для виготовлення творожних продукцій).

Отож на запах і смак молока впливають численні фактори як вирощування та вигодовування і здорове харчування дійного стада скотини, так і безпосередньо режими первинної обробки молочної сировини. Важливо зазначити, що при утворенні молока із організму корови в нього переходять імунні тіла і бактерицидні речовини, які і затримують розвиток бактерій в свіжовидоєному молоці за окремих температурних впливів на нього. Період дії цієї досить цінної властивості називають бактерицидною фазою сировини. Тривалість цієї фази залежить від санітарних умов отримання молока (процес видоювання молока не такий вже і банальний, має свої особливості), а також від температурних режимів його охолодження. Так, при температурі молока 37...30°C бактерицидна фаза в ньому продовжується тільки 2...5 год. Але при температурі сировини в інтервалі 16...13°C тривалість бактерицидної фази при оптимальних умовах зберігання складатиме 7,6 до 36 год. При температурах 4...5 С життєдіяльність бактерій взагалі практично зупиняється і переходить в анабіоз.

Схему первинної обробки і переробки молока зображено на рисунку 1. [4]

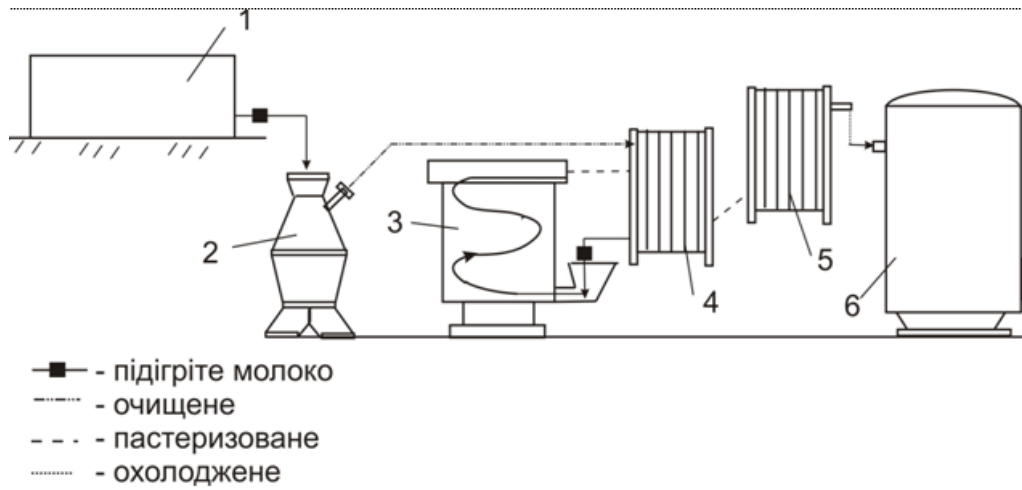


Рисунок 1 – Технологічна схема первинної обробки молока:

1 – молокозбірник; 2 – сепаратор-очисник; 3 – пастеризатор;
4 – регенеративний теплообмінник; 5 – охолодник; 6 – молочний танк

Як бачимо технологічний процес первинної обробки доволі не проста процедура, і для підвищення якості сировини молочного виробництва має проходити за суворого контролю температурних показників, який має бути реалізований інноваційними счасними засобами і технологіями, що дозволить підвищити і особливо важливо на довший проміжок часу зберегти якість сировини. для подовження терміну застосування і зберігання під час транспортування сировини на подальшу виробничу переробку.

ЛІТЕРАТУРА:

1. ДСТУ 2212-93 Молочна промисловість. Молоко і кисломолочні продукти. Терміни та визначення
2. Машкін М. І., Париш Н. М. Технологія молока і молочних продуктів: Навчальне видання. К.: Вища освіта, 2006. 351 с.
3. Технологічні схеми первинної обробки молока. URL: https://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/tsapk_2/page60.html (дата звернення 01.04.24).
4. Ліпич Л.Г., Момчева А.М.Якість молочної сировини в Україні: перспективи підвищення. *Інноваційна економіка*. 2010. №16. С.152-157.

СЕКЦІЯ
«МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ
СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ»

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РУХУ ЕЛЕМЕНТІВ КАРКАСНИХ КОНСТРУКЦІЙ

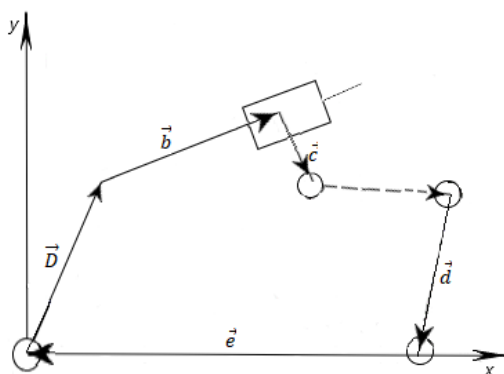
Сферичні паралельні механізми (СПМ) набули значної актуальності в сучасній робототехніці завдяки своїй винятковій універсальності та перевагам у різних галузях промисловості. Як механічні системи з винятковою мобільністю та точністю, СПМ знаходять застосування в аерокосмічній, медичній робототехніці, виробництві та симуляторах, де точне керування та компактна конструкція є важливими для оптимальної продуктивності. Застосування сферичних паралельних механізмів залишається дуже актуальним у сучасному технологічному середовищі, де їх універсальність і переваги роблять їх затребуваним рішенням у різних галузях [1]. І створити спрощену модель будь-якого позиціонуючого механізму не складно, особливо якщо вже є або реальний механізм, або його віртуальна модель, яку зазвичай створюють раніше реального об'єкта. І саме такі моделі дозволяють проводити розробку і впровадження цих механізмів набагато швидше та дешевше, а також що є теж дуже важливим робити їх надійнішими. Найскладніше це заставити цей механізм рухатись, так само як має рухатись реальний об'єкт. Для цього потрібно знати загальні рівняння руху для цих механізмів. Але самих рівнянь недостатньо, оскільки для того щоб не робити розрахунок керуючих впливів на кожен окрему пару ланок на кожен керуючий вплив, то необхідно або використовувати спеціалізовані пакети моделювання, або знайти більш простий та дешевий варіант.

Метою дослідження є розробка математичної моделі СПМ, яка дозволить зменшити залежність від зовнішніх рішень та спростити керування каркасними конструкціями без втрати точності та при прийнятному співвідношенні точність/ціна.

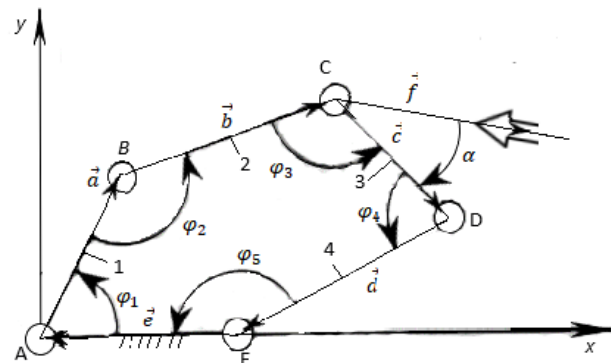
Для того щоб визначити, яким чином спростити розрахунок керуючих впливів, необхідно визначити, які методи вже є. Застосування методів математичного програмування та наближення функцій потребує формалізації функціональних зв'язків між внутрішніми та вихідними параметрами синтезу. Ці зв'язки визначаються математичними моделями [2], для побудови яких застосовуються методи замкнутого векторного контуру, перетворення координат, метод формально-фактичних параметрів, метод R-функцій тощо.

Метод замкнутого векторного контуру. Даний метод застосовується для моделювання плоских механізмів і полягає в тому, що їх ланки та напрямні поступальних КП є відповідними векторами, що утворюють замкнутий контур (рис. 1,а), сума векторів якого визначається виразом

$$\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} + \dots + \vec{d} + \vec{e} = 0 \quad (1)$$



а) шарнірний п'ятиланковий механізм



б) механізм автооператора

Рисунок 1 – Побудова замкнутого векторного контуру

Метод перетворення координат. Одним з найбільш зручних методів, які використовуються для складання рівнянь схем просторових механізмів, є метод, заснований на використанні матриць перетворення координат четвертого порядку та дуальних матриць. Нехай з ланками i та j , які утворюють кінематичну пару, зв'язані системи координат $T_i(O_i x_i y_i z_i)$ та $T_j(O_j x_j y_j z_j)$ (рис. 2).

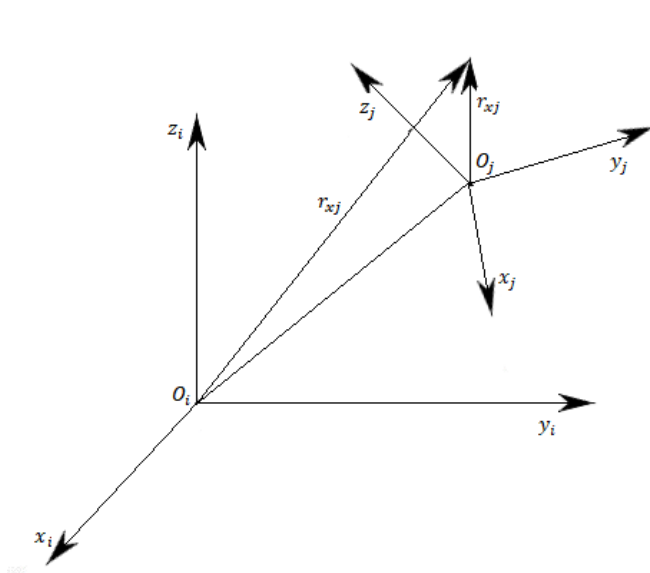


Рисунок 2 – Схема визначення матриць перетворення координат

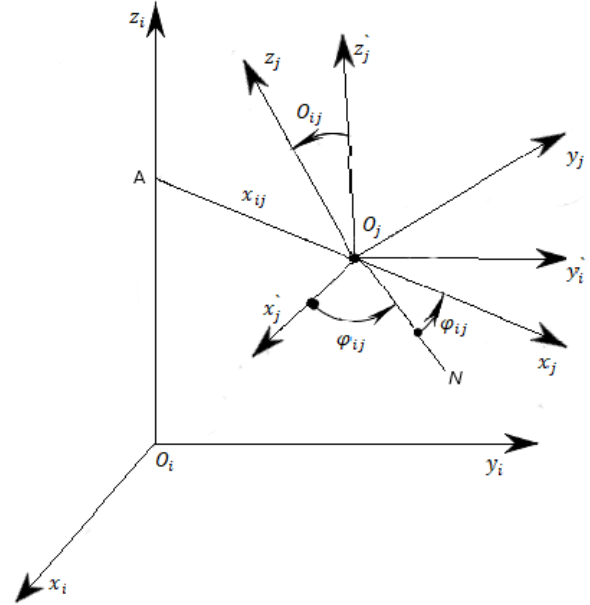


Рисунок 3 – Схема до вираження напрямних косинусів через кути Ейлера

Тоді перетворення системи T_j в T_i здійснюється матричним рівнянням.

$$r_{ki} = M_{ij} r_{kj}, \quad (2)$$

де r_{ki} – матриця-стовпець координат точки K в системі T_i ; де r_{kj} – матриця-стовпець координат точки K в системі T_j .

Блочна матриця M_{ij} має вигляд

$$M_{ij} = \begin{bmatrix} L_{ij} & r_{0ij} \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (3)$$

де $L_{ij} = [a_{ij}]$, $i = \overline{1,3}$; $j = \overline{1,3}$ – ортогональна матриця третього порядку, елементами якого є направляючі косинуси тобто

$$L_{ij} = \begin{bmatrix} \cos(\widehat{x_i, x_j}) * \cos(\widehat{x_i, y_j}) * \cos(\widehat{x_i, z_j}) \\ \cos(\widehat{y_i, x_j}) * \cos(\widehat{y_i, y_j}) * \cos(\widehat{y_i, z_j}) \\ \cos(\widehat{z_i, x_j}) * \cos(\widehat{z_i, y_j}) * \cos(\widehat{z_i, z_j}) \end{bmatrix}, \quad (4)$$

$r_{0ij} = [x_{0ij}, y_{0ij}, z_{0ij}]^T$ – вектор-стовпець зміщень початку координат системи T_j відносно T_i ; x_{0ij} , y_{0ij} , z_{0ij} – координати початку O_j системи координат T_j в системі координат T_i (рис. 3).

Направляючі косинуси в матриці L_{ij} виражаються через кути Ейлера, для відліку яких спочатку відмічаються лінії вузлів.

Розглянуті методи, які дозволяють розраховувати керуючі впливи для сферичних паралельних механізмів (СПМ). Але метод замкнутого векторного контуру підходить лише

для розрахунку керуючих впливів для плоских механізмів, а метод перетворення координат передбачає певні специфічні математичні знання.

Третій метод [3] заснований на розрахунку оберненої кінематичної задачі для СПМ. Який було змінено для спрощення розрахунку та відмови від використання програмного продукту 3Ds Max, який вимагає немалих грошових вкладень для його використання.

Радіуси, що описують обмеження положення шарнірів В, В2, В3 по осі z, обчислюються лише один раз за початковими координатами, заданими у формулах R2, R3 та R4:

$$\begin{cases} R_2 = \sqrt{R_C^2 - z_0^2}, \\ R_3 = \sqrt{R_C^2 - z_2^2}, \\ R_4 = \sqrt{R_C^2 - z_4^2}. \end{cases} \quad (5)$$

де R_C – довжина ланки між шарнірами С і В, С2 і В2, С3 і В3, z_0, z_2, z_3 , – положення шарнірів С, С2, С3.

Щоб визначити кут повороту шестерень А, А2 і А3, необхідно знати положення шарнірів В, В2, В3 уздовж осі x або y. Наступні формули описують ці позиції:

$$B_X = \frac{x_0^4 + R_1^2 \cdot x_0^2 - R_0^2 \cdot x_0^2 + y_0^2 \cdot x_0^2 - \sqrt{F} \cdot y_0}{2 \cdot x_0 \cdot (x_0^2 + y_0^2)}, \quad (6)$$

$$B_Y = \frac{y_0}{2} + \frac{R_1^2 \cdot y_0 - R_0^2 \cdot y_0 + \sqrt{F}}{2 \cdot (x_0^2 + y_0^2)}, \quad (7)$$

$$B_{2X} = \frac{x_{02}^4 + R_1^2 \cdot x_2^2 - R_2^2 \cdot x_2^2 + y_2^2 \cdot x_2^2 - \sqrt{F} \cdot y_2}{2 \cdot x_2 \cdot (x_2^2 + y_2^2)}, \quad (8)$$

$$B_{2Y} = \frac{y_2}{2} + \frac{R_1^2 \cdot y_2 - R_2^2 \cdot y_2 + \sqrt{F}}{2 \cdot (x_2^2 + y_2^2)}, \quad (9)$$

$$B_{3X} = \frac{x_3^4 + R_1^2 \cdot x_3^2 - R_3^2 \cdot x_3^2 + y_3^2 \cdot x_3^2 - \sqrt{F} \cdot y_3}{2 \cdot x_3 \cdot (x_3^2 + y_3^2)}, \quad (10)$$

$$B_{3Y} = \frac{y_3}{2} + \frac{R_1^2 \cdot y_3 - R_3^2 \cdot y_3 + \sqrt{F}}{2 \cdot (x_3^2 + y_3^2)}, \quad (11)$$

де

$$\begin{aligned} F = & -R_1^4 \cdot x_0^2 - x_0^6 - y_0^4 \cdot x_0^2 - 2 \cdot x_0^4 \cdot y_0^2 + \\ & + 2 \cdot x_0^4 \cdot R_2^2 - x_0^2 \cdot R_2^4 + 2 \cdot x_0^4 \cdot R_1^2 + \\ & + 2 \cdot y_0^2 \cdot R_2^2 \cdot x_0^2 + 2 \cdot R_1^2 \cdot y_0^2 \cdot x_0^2 + 2 \cdot x_0^2 \cdot R_1^2 R_2^2, \end{aligned} \quad (12)$$

де R_1 – довжина ланки, що з'єднує шарнір В і шестерню А, x_0 – положення шарніра С уздовж осі x, y_0 – положення шарніра С уздовж осі y, z_0 – положення шарніра С уздовж вісь z, R_2, R_3, R_4 – радіуси, які описують обмеження шарнірів В, В2, В3 у положенні вздовж осі z і обчислюються лише один раз у початкових координатах.

Останні формули є результатом розрахунку оберненої кінематичної задачі для СПМ.

Повні кути, що описують положення шестерень А, А2, А3, вказують на те, який кут має бути від умовного «нуля», який пов'язаний з «нульовим» кутом сервоприводу:

$$\begin{aligned} A &= 180/\pi \cdot \arccos(B_X/R_1), \\ A_2 &= 180/\pi \cdot \arccos(B_{2X}/R_1), \\ A_3 &= 180/\pi \cdot \arccos(B_{3X}/R_1). \end{aligned} \quad (13)$$

Кути повороту навколо «нульової» точки положення грані, яка є початком координат, для розрахунку кутів повороту можуть бути позитивними або негативними. Тобто кути $A, A_2, A_3 \pm 90^\circ$ залежать від знака, з яким отримано вхідне значення кута з розрахунку оберненої задачі кінематики:

$$\begin{aligned} A &= 180/\pi \cdot \arccos(B_Y/R_1), \\ A_2 &= 180/\pi \cdot \arccos(B_{2Y}/R_1), \\ A_3 &= 180/\pi \cdot \arccos(B_{3Y}/R_1). \end{aligned} \quad (14)$$

Обертання в тривимірному просторі представляється як композиція обертань навколо трьох ортогональних осей. Це відповідає матриці, яка дорівнює добутку відповідних трьох матриць обертання.

Матриці обертання в тривимірному просторі задані у формулах (15-17) СПМ (рис. 4)

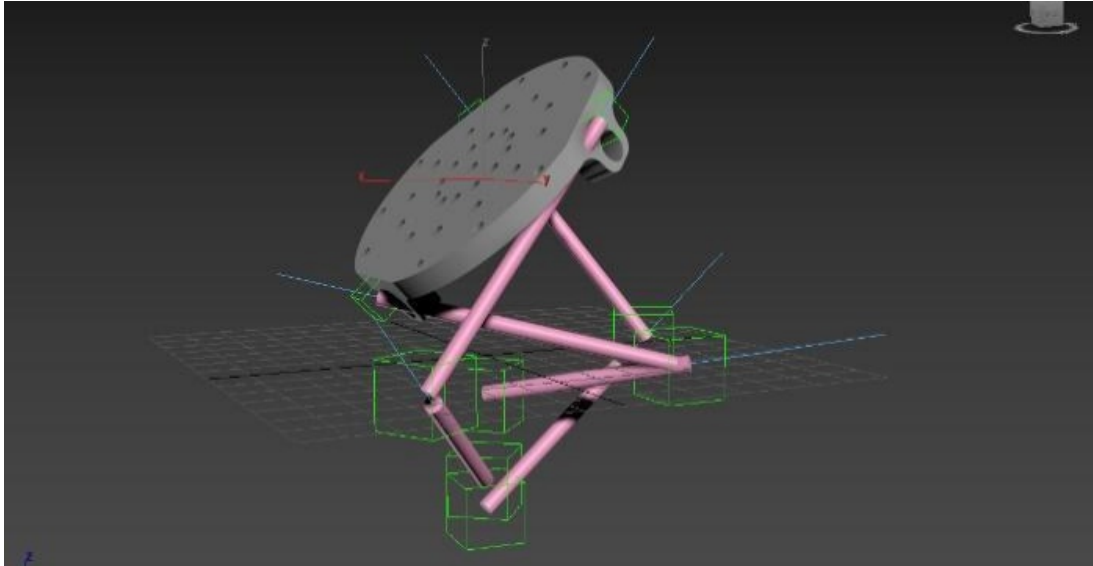


Рисунок 4 – 3d модель сферичного паралельного механізму для перевірки правильності розрахунку поворотів у тривимірному просторі

По осі X:

$$M_X(\alpha) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix}. \quad (15)$$

По осі Y:

$$M_Y(\beta) = \begin{pmatrix} \cos \beta & 0 & \sin \beta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \beta & 0 & \cos \beta \end{pmatrix}. \quad (16)$$

По осі Z:

$$M_Z(\gamma) = \begin{pmatrix} \cos \gamma & -\sin \gamma & 0 \\ \sin \gamma & \cos \gamma & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (17)$$

Отримані матриці перетворюються за початковими координатами для точок С, С2, С3 в координати для точок С', С'2, С'3 за такою формулою, а всі наступні повороти здійснюються з уже розрахованими координатами:

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = M_X(\alpha) \cdot M_Y(\alpha) \cdot M_Z(\gamma) \cdot \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix}, \quad (18)$$

де α, β, γ – кути повороту навколо осей x, y, z , x', y', z' – попередні координати по осі x, y, z . В ході дослідження були отримані наступні результати:

1. Проаналізовано існуючі методи контролю СПМ та їх обмеження.
2. Проаналізовано та удосконалено математичну модель СПМ з урахуванням заданого положення платформи, визначено напрямки вдосконалення математичної моделі для підвищення точності та ефективності переміщень механізму, внесено зміни та доповнення до математичної моделі для досягнення кращого узгодження між реалізовани бажані та актуальні позиції платформи.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Yu.O. Lebedenko, A.A. Omelychuk, O.O. Safyanik. "Information-measuring subsystem of multi-drive frame structure with mechanisms of parallel structure" Journal of the Kherson National Technical University. 2017. no 3 (62). vol. 1. pp. 317-322. (in Ukrainian)
2. Jun Wu, Hao Ye, Guang Yu, Tian Huang, "A novel dynamic evaluation method and its application to a 4-DOF parallel manipulator, Mechanism and Machine Theory," Volume 168, 2022, 104627, ISSN 0094-114X, doi:10.1016/j.mechmachtheory.2021.104627.
3. A. Derkachenko, O. Polyvoda, Y. Lebedenko and K. Kalinina, "Research of Control Methods of a Spherical Parallel Mechanism Using Intelligent Data Processing," 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2023, pp. 1-5, <https://doi.org/10.1109/MEES61502.2023.10402530>.

ЗНАХОДЖЕННЯ КРИТИЧНОГО ШЛЯХУ ПРИ ПЛАНУВАННІ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ

Основною задачею управління в економічних системах є виявлення альтернативних рішень, їх формалізований опис, співставлення альтернатив дій і цілей, а також аналіз можливостей виявлення альтернатив за допомогою модельних експериментів. Ці альтернативи дій оцінюються з точки зору міри досягнення поставленої мети через критерії оптимальності з метою вибору серед них найкращої, оптимальної.

Специфічна особливість економічної системи полягає у тому, що вона належить до класу управлінських систем, а в них першим завданням реалізації оптимального управління є правильний вибір критерію оптимальності, який міг би врахувати усі найважливіші, і, можливо, найсуперечливіші вимоги до даного економічного процесу. Типова постановка задачі оптимізаційного моделювання полягає в наступному: деякий процес може розвиватися за різними варіантами, кожен з яких має свої переваги та недоліки, причому, як правило, таких варіантів може бути безліч. Необхідно із усіх можливих варіантів (програм) вибрати найкращий (оптимальний). Для обґрунтування оптимальних виробничих програм використовують спеціальні оптимізаційні моделі розв'язання таких задач, тобто оптимізаційне моделювання. Пошук оптимального плану є, як правило, складним завданням і належить до екстремальних задач, в яких необхідно визначити максимум чи мінімум (екстремум) функції за визначеними обмеженнями [1, 2].

Метою роботи є знаходження максимального шляху при плануванні бізнес-процесу, тобто задачі знаходження оптимальної моделі оцінки загальної тривалості бізнес-процесу, а також побудова математичної моделі та розв'язання задачі за допомогою прикладного програмного забезпечення.

Задача знаходження критичного (максимального) шляху є однією з основних при моделюванні різних бізнес-процесів, а також при плануванні та управлінні проектами виконання робіт різного цільового призначення. Сутність задачі знаходження критичного шляху виконання бізнес-процесу полягає в наступному.

Багато реальних проєктів можуть бути деталізовані у формі виконання великої кількості різних операцій чи робіт. Деякі з цих операцій можуть виконуватися одночасно або паралельно, інші — лише послідовно, коли та чи інша операція може розпочатися лише після закінчення інших операцій. Наприклад, під час розробки програмного забезпечення можна одночасно виконувати написання програм для одних модулів та тестування інших модулів.

Водночас послідовне виконання операцій бізнес-процесу потребує узгодження часу початку та закінчення окремих робіт. При розробці програмного забезпечення написання програм для окремих модулів може розпочатися після специфікації вимог до них, наприклад, у формі варіантів використання.

Вихідною інформацією для моделювання бізнес-процесів є орієнтований граф виконання операцій, кожна дуга якого інтерпретується як окрема операція або робота цього бізнес-процесу, а вершина — як деяка подія, пов'язана із завершенням виконання тих чи інших операцій. У цьому тимчасова тривалість виконання окремих операцій визначається у формі ваги відповідної дуги. Виходячи із загальної логіки виконання бізнес-процесів, запроваджується наступна умова — графічна модель окремого бізнес-процесу повинна мати єдину початкову подію, яка ініціює початок її виконання, та єдину кінцеву подію, яка фіксує момент закінчення її виконання. Стосовно орієнтованого графа бізнес-процесу ця умова означає, що в даному графі має бути єдина вершина, з якої виходять дуги, і єдина вершина, до якої входять дуги. Додатково потрібно, щоб аналізований орієнтований граф моделі бізнес-процесу не містив циклів і був зв'язковим, тобто його кінцева вершина була досяжна з

початкової вершини. Орієнтований граф, що задовольняє переліченим умовам, називається сітьовим графом чи просто сіттю.

Одне з основних задач моделювання бізнес-процесів, а також більш приватна задача планування та управління проєктом полягає не лише у побудові сітьового графа бізнес-процесу, що адекватно відображає загальну логіку та технологію виконання операцій, а й у знаходженні його критичного шляху [1, 3, 4].

Знаходження критичного шляху в сітьовому графі дозволяє виявити операції бізнес-процесу, які є найбільш критичними на час свого виконання. Дійсно, збільшення часу виконання операцій, що лежать на критичному шляху, призводить до однозначного збільшення загального часу виконання бізнес-процесу. Тим самим управління бізнес-процесом набуває пріоритетного характеру і спрямоване на запобігання незапланованим затримкам з виконанням насамперед тих операцій, які входять у критичний шлях відповідного сітьового графа. З іншого боку, зменшення часу виконання таких операцій за рахунок внутрішніх резервів бізнес-системи може призвести до скорочення загального часу виконання всієї сукупності операцій, що є однією з цілей оптимізації або реінжинірингу бізнес-процесів.

Таким чином, операції критичного шляху набувають більшого пріоритету в порівнянні з іншими операціями бізнес-процесу, а задача побудови сітьового графа бізнес-процесу та знаходження критичного шляху в цьому сітьовому графі стає важливим елементом моделювання бізнесу процесів [5]. Задача знаходження критичного шляху в сітьовому графі традиційно відноситься до проблематики сітьового планування та управління проєктами, яка додатково включає знаходження цілої низки спеціальних характеристик сіті, таких як розрахунок ранніх та пізніх термінів настання подій, резервів часу виконання операцій та інших.

Розглянемо орієнтований граф: $G = (V, E, h)$ в якому $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ – кінцева множина вершин, $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ – кінцева множина дуг, $h: E \rightarrow Z_+$ – вагова функція дуг. Для математичної постановки задачі зручно позначати окремі значення вагової функції дуг через: $c_{ij} = h(e_k)$, де дуга $e_k \in E$ відповідає упорядкованій парі вершин (v_i, v_j) . Відповідно до змістовної постановки задачі знаходження максимального шляху у графі значення $c_{ij} = h((v_i, v_j))$ можуть інтерпретуватися як довжина ділянки, витрати або вартість переїзду з i -го в j -е місто. Стосовно задачі знаходження критичного шляху в сітьовому графі кожна дуга (v_i, v_j) інтерпретується як окрема операція бізнес-процесу, а значення c_{ij} – як часова тривалість виконання відповідної операції (v_i, v_j) .

Додатково у графі фіксуються дві вершини: початкова вершина v_s та кінцева вершина v_t . При цьому довжина будь-якого маршруту у графі дорівнює сумі ваг дуг, що входять до цього маршруту. У припущенні, що вихідний сітьовий граф G є зв'язковим, тобто вершина v_t потенційно досяжна з v_s і не містить циклів, потрібно визначити маршрут максимальної довжини початкової вершини v_s у кінцеву вершину v_t .

В орієнтованому графі, введемо до розгляду булеві змінні x_{ij} , які інтерпретуються наступним чином. Змінна $x_{ij} = 1$, якщо дуга (v_i, v_j) входить в маршрут максимальної довжини, і $x_{ij} = 0$, в іншому випадку, тобто якщо дуга (v_i, v_j) не входить в оптимальний маршрут. Тоді в загальному випадку математична постановка задачі про максимальний маршрут в орієнтованому графі або критичний шлях в сіті може бути сформульована таким чином [1, 3]:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \max_{x \in \Delta_\beta} \quad (1)$$

де множина допустимих альтернатив Δ_β формується наступною системою обмежень типу нерівностей:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n x_{sj} - \sum_{i=1}^n x_{is} = 1; \\ \sum_{j=1}^n x_{tj} - \sum_{i=1}^n x_{it} = 1; \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} - \sum_{i=1}^n x_{ji} = 0 \quad (\forall i \in \{1,2,\dots,n\}, i \neq s, i \neq t; \\ x_{ij} \in \{0,1\} \quad (\forall i,j \in \{1,2,\dots,n\}. \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} (2) \\ (3) \\ (4) \\ (5) \end{array}$$

При цьому перше обмеження (2) потребує виконання наступної умови – шуканий шлях повинен починатися у вершині v_s , обмеження (3) потребує виконання наступної умови – шуканий шлях повинен закінчуватися у вершині v_t . Третє обмеження (4) гарантує зв'язність максимального шляху, тобто шуканий шлях повинен проходити через проміжні вершини графу. Загальна кількість обмежень (2) – (4) дорівнює n . Нарешті, останнє обмеження (5) потребує, щоб змінні приймали тільки булеві значення.

Для розв'язання задачі знаходження критичного шляху у сітьовому графі за допомогою програми MS Excel розглянемо бізнес-процес впровадження інформаційної системи. Виділяємо перелік робіт проекту, визначаємо їх тривалість у днях і визначаємо взаємозв'язки між роботами. Результати заносимо у таблицю 1.

Таблиця 1 – Перелік робіт проекту впровадження інформаційної системи та визначення взаємозв'язків між роботами

№	Операція	Тривалість, днів	Попередні операції
1	Об'ява про впровадження інформаційної системи (початок проекту)	2	–
2	Вибір системи, що впроваджується	15	1
3	Придбання програмного забезпечення	7	2
4	Складання проєктної документації мережі	7	2
5	Придбання технічного оснащення (комп'ютерів, мережевого обладнання)	15	2
6	Навчання системного адміністратора та програміста	30	4
7	Монтаж локальної мережі	20	4; 5
8	Установка програмного забезпечення на комп'ютери	5	3; 5
9	Установка мережевого програмного забезпечення, налаштування мережі	25	6; 7; 8
10	Введення початкових даних в інформаційну базу	40	9
11	Навчання персоналу	30	9
12	Передача в експлуатацію (закінчення проєкту)	5	10; 11

Складемо орієнтований граф бізнес-процесу для виконання завдання, що відображає відносини передування операцій, та розв'яжемо задачу знаходження максимального шляху в сітьовому графі, зображеному на рис. 1. При цьому кожна дуга цього сітьового графа означатиме окрему операцію деякого бізнес-процесу, а вершина - подія, пов'язана з моментом початку або закінчення цих операцій. Штриховою стрілкою показана фіктивна робота, яка позбавляє від паралельності операцій. Тривалість виконання операцій, виражена, наприклад, у днях, дорівнює значенням вагової функції кожної дуги, яке вказано поруч із зображенням цієї дуги у графі.

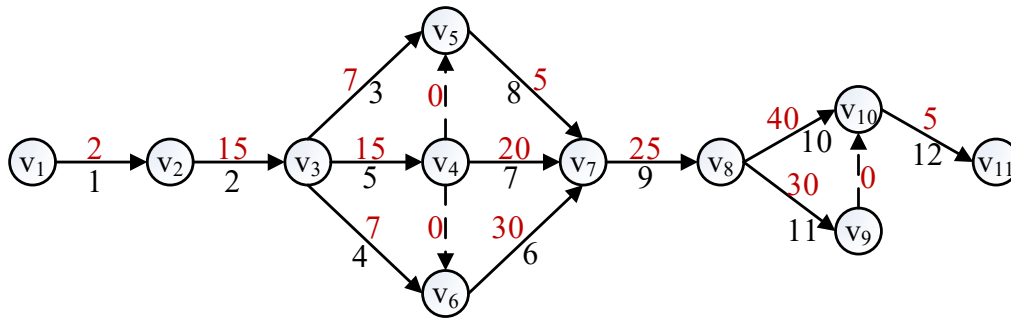


Рисунок 1 – Сітьовий граф бізнес-процесу впровадження інформаційної системи

Потрібно знайти критичний шлях, що з'єднує початкову подію 1, якій відповідає вершина $v_1 = v_s$, з кінцевою подією 11, якій відповідає вершина $v_{11} = v_t$ так, щоб загальна довжина шляху була максимальною.

Змінними математичної моделі даної індивідуальної задачі про критичний шлях у сітьовому графі є 15 змінних: $x_{12}, x_{23}, x_{34}, x_{35}, x_{36}, x_{45}, x_{46}, x_{47}, x_{57}, x_{67}, x_{78}, x_{89}, x_{8,10}, x_{9,10}, x_{10,11}$. Кожна з цих змінних x_{ij} приймає значення 1, якщо дуга (i, j) входить у критичний шлях, і 0 – в іншому випадку. Тоді математична постановка задачі, що розглядається, про критичний шлях у сітьовому графі може бути записана в наступному вигляді:

$$2x_{12} + 15x_{23} + 15x_{34} + 7x_{35} + 7x_{36} + 0x_{45} + 0x_{46} + 20x_{47} + 5x_{57} + 30x_{67} + 25x_{78} + 30x_{89} + 40x_{8,10} + 0x_{9,10} + 5x_{10,11} \rightarrow \max_{x \in \Delta_B} \quad (6)$$

де множина допустимих альтернатив Δ_B формується наступною системою обмежень типу рівностей та нерівностей:

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{12} = 1; \\ x_{10,11} = 1; \\ x_{12} - x_{23} = 0; \\ x_{23} - x_{34} - x_{35} - x_{36} = 0; \\ x_{34} - x_{45} - x_{46} - x_{47} = 0; \\ x_{35} + x_{45} - x_{57} = 0; \\ x_{36} + x_{46} - x_{67} = 0; \\ x_{47} + x_{57} + x_{67} - x_{78} = 0; \\ x_{78} - x_{89} - x_{8,10} = 0; \\ x_{89} - x_{9,10} = 0; \\ x_{8,10} + x_{9,10} - x_{10,11} = 0; \\ x_{12}, x_{23}, x_{34}, x_{35}, x_{36}, x_{45}, x_{46}, x_{47}, x_{57}, \\ x_{67}, x_{78}, x_{89}, x_{8,10}, x_{9,10}, x_{10,11} \in \{0,1\}. \end{array} \right. \quad (7)$$

Для розв'язання цієї задачі за допомогою програми MS Excel створимо в книгу. Для розв'язання поставленої задачі виконаємо такі підготовчі дії:

- занесемо в таблицю MS Excel індекси початкових вершин та кінцевих вершин всіх дуг вихідного графа;
- введемо значення коефіцієнтів цільової функції (6);
- введемо цільову функцію (6);
- внесемо ліву частину обмежень (7).

Зовнішній вигляд робочого аркуша MS Excel з вихідними даними для розв'язання задачі про критичний шлях в сітьовому графі має тотожне зображення на рис. 2. Для подальшого розв'язання задачі слід викликати майстер розв'язувача і ввести необхідні обмеження.

Загальний вигляд діалогового вікна специфікації параметрів майстра розв'язувача має такий вигляд (рис. 3).

	A	B	C	D	E	F
1	v_i	v_j	c_{ij}	Variables:	Limitation:	Objective function value:
2	1	2	2		=D2	=SUMPRODUCT(C2:C16;D2:D16)
3	2	3	15		=D2-D3	
4	3	4	15		=D3-D4-D5-D6	
5	3	5	7		=D4-D7-D8-D9	
6	3	6	7		=SUM(D5;D7)-D10	
7	4	5	0		=SUM(D6;D8)-D11	
8	4	6	0		=SUM(D9;D10;D11)-D12	
9	4	7	20		=D12-D13-D14	
10	5	7	5		=D13-D15	
11	6	7	30		=SUM(D14;D15)-D16	
12	7	8	25		=D16	
13	8	9	30			
14	8	10	40			
15	9	10	0			
16	10	11	5			

Рисунок 2 – Початкові дані для розв'язання задачі про критичний шлях в сітьовому графі

Рисунок 3 – Обмеження на значення змінних та параметри майстра розв'язувача для задачі про критичний шлях у сітьовому графі

Після завдання обмежень та цільової функції можна розпочати пошук чисельного рішення. Після виконання розрахунків програмою MS Excel буде отримано кількісний розв'язок, який має такий вигляд (рис. 4).

	A	B	C	D	E	F
1	v_i	v_j	c_{ij}	Variables:	Limitation:	Objective function value:
2	1	2	2	1	1	132
3	2	3	15	1	0	
4	3	4	15	1	0	
5	3	5	7	0	0	
6	3	6	7	0	0	
7	4	5	0	0	0	
8	4	6	0	1	0	
9	4	7	20	0	0	
10	5	7	5	0	0	
11	6	7	30	1	0	
12	7	8	25	1	1	
13	8	9	30	0		
14	8	10	40	1		
15	9	10	0	0		
16	10	11	5	1		

Рисунок 4 – Результат кількісного розв'язання задачі про критичний шлях у сітьовому графі

Результатом розв'язання задачі про критичний шлях у графі є знайдені оптимальні значення змінних: $x_{12} = 1$, $x_{23} = 1$, $x_{34} = 1$, $x_{46} = 1$, $x_{67} = 1$, $x_{78} = 1$, $x_{8,10} = 1$, $x_{10,11} = 1$, інші змінні дорівнюють 0. Знайденому оптимальному рішення відповідає значення цільової функції: $f_{opt} = 132$.

Аналіз знайденого рішення показує, що критичний шлях у вихідному сітьовому графі (рис. 1), що з'єднує вершину 1 з вершиною 8 містить такі дуги: (1, 2), (2, 3), (3, 4), (4, 6), (6, 7), (7, 8), (8, 10), (10, 11). Ці дуги відповідають критичним операціям бізнес-процесу, що моделюється (рис. 5). При цьому загальна тривалість критичного шляху буде максимальною і дорівнює 132 дні, що відповідає загальній плановій тривалості бізнес-процесу.

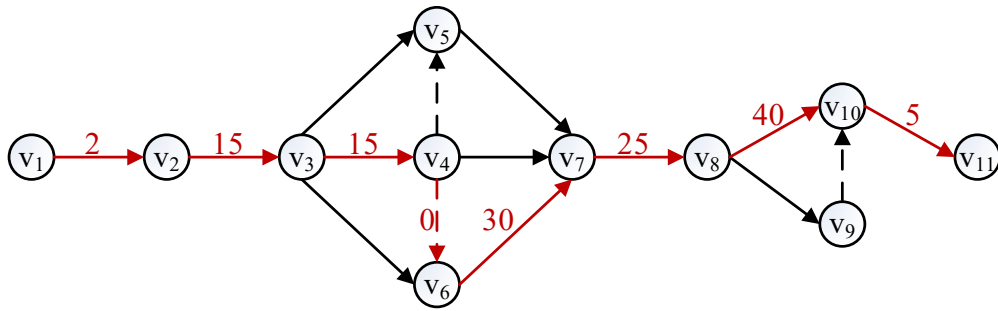


Рисунок 5 – Критичний шлях у вихідному сітьовому графі між вершинами v_1 та v_{11}

Критичний характер операцій (1, 2), (2, 3), (3, 4), (4, 6), (6, 7), (7, 8), (8, 10) і (10, 11) виявляється в тому, що збільшення будь-якої з них, наприклад, на 1 день призведе до збільшення загальної тривалості реалізації бізнес-процесу, яка дорівнюватиме 133 дні. Що стосується інших операцій, що не лежать на критичному шляху, то вони мають так звані резерви часу, які допускають деяке збільшення їхньої тривалості без зміни загальної тривалості відповідного бізнес-процесу.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Dymova H., Zastienkina S. Optimal Model For Evaluating the Total Duration of a Business Process. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка: Науковий журнал. Вип. 18*. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2023. Рр. 274-283. DOI: <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2023.18.32>
2. Димова Г.О., Ларченко О.В. Моделі і методи інтелектуального аналізу даних: навчальний посібник. Херсон: Книжкове видавництво ФОП Вишемирський В. С., 2021. 142 с.
3. Родащук, Г. Ю., С. М. Концеба, Р. І. Ліщук, і С. Д. Скуртол. Мережеве планування в управлінні IT-проектами». *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, вип. 1*, Квітень 2023, с. 42-56.
4. Димова, Г.О. Методи і моделі упорядкування експериментальної інформації для ідентифікації і прогнозування стану безперервних процесів: монографія. Херсон: Книжкове видавництво ПП Вишемирський В. С., 2020. 174 с.
5. Dymova H., Larchenko O. Sensitivity analysis of dynamic systems models. *International security studios: managerial, economic, technical, legal, environmental, informative and psychological aspects. International collective monograph. Georgian Aviation University*. Tbilisi, Georgia, 2023, 283-298.

ПОВНОТЕКСТОВИЙ ПОШУК ІНФОРМАЦІЇ В СИСТЕМІ ODOO

В умовах стрімкого розвитку цифрових технологій та збільшення обсягів даних, що обробляються бізнес-системами, важливість швидкого та ефективного пошуку інформації величезна. Системи планування ресурсів підприємства (ERP) відіграють ключову роль у цифровій трансформації бізнесу, об'єднуючи в собі величезні обсяги даних з різних джерел. Це ставить перед ними завдання не лише зберігання, але й ефективного пошуку необхідної інформації.

Odoo[1], як одна з провідних ERP систем, використовується широким колом підприємств для автоматизації бізнес-процесів. Втім, ефективність використання будь-якої з таких системи значною мірою залежить від можливостей пошуку та доступу до даних у великих обсягах інформації, які вона обробляє. В контексті Odoo, наявність потужного інструменту для повнотекстового пошуку може значно покращити продуктивність роботи користувачів, надаючи швидкий доступ до необхідної інформації. Робота фокусується на розробці модуля повнотекстового пошуку, написаного на мові програмування Python[2], що забезпечує інтеграцію з системою Odoo, дозволяючи оптимізувати процеси пошуку і, відповідно, підвищити ефективність використання системи.

Хоча існують передові рішення для організації пошуку, такі як ElasticSearch[3], що забезпечують широкі можливості для повнотекстового пошуку, аналітики даних та високої доступності інформації в реальному часі, інтеграція таких рішень з ERP-системами може стикатися з рядом труднощів. Однією з основних проблем є необхідність додаткової налаштування та обслуговування зовнішніх сервісів, що може бути зайвим тягарем для користувачів, особливо в умовах обмеженого бюджету або технічних ресурсів.

Крім того, багато компаній, які використовують Odoo, розраховують на його внутрішні можливості без необхідності впровадження сторонніх компонентів. Враховуючи, що база даних Odoo базується на PostgreSQL, що вже має вбудовані інструменти для повнотекстового пошуку[4], створення модуля, що максимально використовує ці можливості, стає актуальним рішенням. Такий підхід дозволить підвищити ефективність пошуку в рамках існуючої інфраструктури без потреби в значних змінах системи або додаткових витратах на сторонні сервіси.

Серед основних задач варто виокремити:

- аналіз існуючих методів повнотекстового пошуку та їх застосування в Odoo;
- розробка алгоритму повнотекстового пошуку, що підтримує пошук за заданим словом або словосполученням у вибраних моделях бази даних та моделях, пов'язаних з ними;
- імплементація логічних операторів для гнучкого формування пошукових запитів, з врахуванням фразового пошуку та оптимізації обробки просторових даних. текст повинен бути зрозумілий навіть непідготовленому читачеві;
- оптимізація обробки великих обсягів даних шляхом ігнорування числових полів та впровадження механізму переведення даних бази даних в JSON файли[5] для подальшої індексації та пошуку;
- тестування розробленого модуля на реальних даних, аналіз продуктивності та точності пошуку.

Розробка внутрішнього модуля для повнотекстового пошуку в Odoo, оптимізованого для роботи з PostgreSQL, надає важливі переваги: зниження загального навантаження на ІТ-інфраструктуру компанії, мінімізація залежності від зовнішніх сервісів і, відповідно, зниження витрат на технічне обслуговування та ліцензування. Такий підхід також сприяє забезпеченню

вищої інтеграції пошукового модуля з внутрішньою логікою та архітектурою Odoo, дозволяючи краще враховувати специфіку роботи з даними.

Окрім технічних аспектів, існує і стратегічна перевага: незалежність від сторонніх розробників і сервісів дозволяє компаніям забезпечити кращий контроль над своїми даними та процесами пошуку. Це особливо важливо в умовах зростання вимог до захисту даних і конфіденційності інформації.

Важливим аспектом є також забезпечення гнучкості пошукових запитів. Впровадження можливості використання логічних операторів та фразового пошуку дозволить користувачам формулювати запити, що наближені до природної мови, тим самим зробивши процес пошуку інтуїтивно зрозумілим та ефективним.

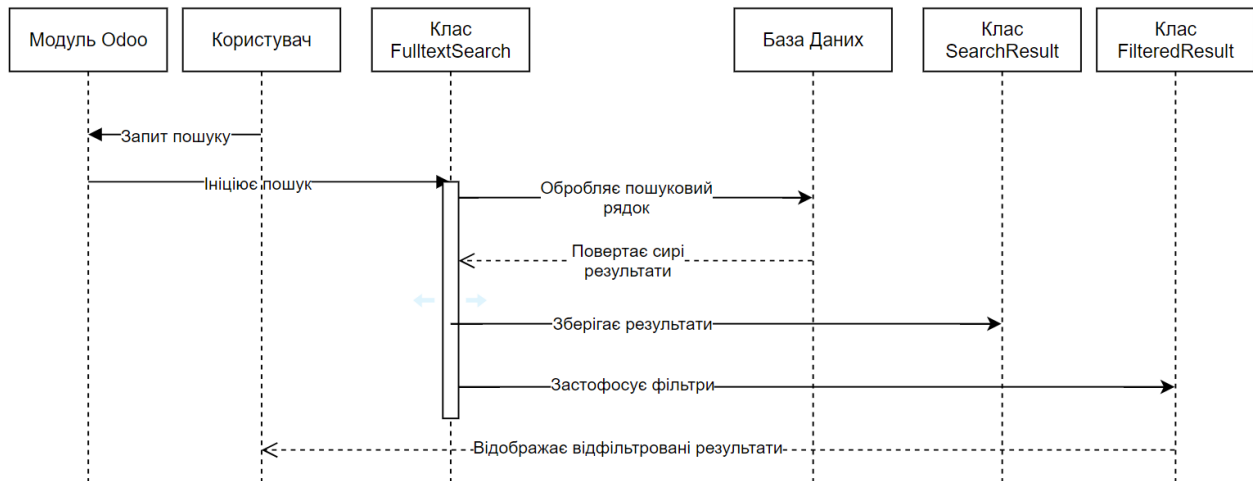


Рисунок 1 – Діаграма послідовності обробки пошукового запиту

На представленій діаграмі послідовності відображено процес обробки пошукового запиту в системі Odoo з використанням модуля повнотекстового пошуку. Процес розпочинається з моменту, коли користувач ініціює пошук через модуль Odoo, вводячи запит. Запит передається до класу FullTextSearch, який відповідає за обробку пошукового рядка.

Далі, виконується звернення до бази даних, де пошуковий рядок використовується для отримання відповідних результатів. Ці результати повертаються в клас SearchResult, який зберігає сирі дані з запиту. Після цього застосовуються відповідні фільтри через клас FilteredResult, щоб відсіяти нерелевантні результати та відповідно відобразити відфільтровані дані користувачу. Зрештою, користувач отримує відфільтровані результати пошуку, які можуть бути візуально представлені в інтерфейсі системи Odoo.

У сукупності, розробка внутрішнього модуля повнотекстового пошуку для Odoo, оптимізованого під PostgreSQL, є важливим кроком до створення більш автономних, безпечних та ефективних систем управління ресурсами підприємства, що відповідають сучасним викликам цифрової економіки.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Odoo documentation. URL: <https://www.odoo.com/documentation/16.0/index.html> (дата звернення 24.03.2024).
2. Python 3.10.13 documentation. URL: <https://docs.python.org/3.10/> (дата звернення 24.03.2024).
3. Elasticsearch Documentation. URL: <https://www.elastic.co/guide/index.html> (дата звернення 24.03.2024).
4. Full Text Search PostgreSQL 16 Documentation. URL: <https://www.postgresql.org/docs/current/textsearch.html> (дата звернення: 25.03.2024).
5. Кодувальник і декодер JSON. URL: <https://docs.python.org/uk/3/library/json.html> (дата звернення 25.03.2024).

РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ МАНІПУЛЯЦІЙНИМИ РОБОТАМИ

У сучасному світі автоматизовані системи керування маніпуляційними роботами знаходять широке застосування в різних сферах промисловості, медицини, науки та інженерії. Розробка лабораторного комплексу для дослідження автоматизованих систем керування маніпуляційними роботами є актуальною проблемою сьогодення. Тому дуже важливо мати спеціальні лабораторні комплекси, де можна досліджувати та вдосконалювати системи керування цими роботами [1].

Україна, як і багато інших країн, стикається з необхідністю впровадження сучасних технологій у промисловість та інші сфери господарства для забезпечення конкурентоспроможності на міжнародному ринку. Особливо важливим є розвиток автоматизованих систем керування маніпуляційними роботами, оскільки це сприяє підвищенню ефективності виробництва, зменшенню витрат та поліпшенню умов праці.

Метою даного дослідження є розробка лабораторного комплексу, який дозволить вивчати основні принципи функціонування автоматизованих систем керування маніпуляційними роботами. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі завдання:

У результаті очікується розробка інструменту для вивчення автоматизованих систем керування маніпуляційними роботами, що буде корисним як для наукових досліджень, так і для навчання майбутніх фахівців у галузі робототехніки.

Використання роботів, крім інших переваг, сприяє значному зниженню витрат на виробництво. Особливо важливими в цьому контексті є роботи-маніпулятори, які імітують рухи людської руки та, таким чином, можуть виконувати багато робіт, що здійснюються людьми [2]. Ці механізми мають широкі можливості та здатні виконувати практично будь-які необхідні операції, що робить їх привабливим інструментом для різноманітних виробничих завдань. Вони замінюють не лише ручну працю, але й спеціалізоване та дороге обладнання.

Роботи-маніпулятори можуть бути класифіковані за різними критеріями, такими як конструкція, принцип руху, область застосування та інші [3].

В роботі розглядається система керування одним з розповсюдженіших типів маніпуляторів – повноруховим. Структурна схема лабораторного комплексу для дослідження автоматизованих систем керування маніпуляційними повноруховими роботами представлена на рис. 1.

Система включає в себе наступні компоненти: два сервоприводи 2-LX-16A, один модуль зв'язку по шині BusLinker V2, числовий контролер руху (CNC), три крокових двигуни NEMA17 JK42HS40-1704-13A, плату мікроконтролера Arduino NANO, три керувальники крокових двигунів A4988, регулятор напруги XL4016, модуль Bluetooth з інтерфейсом HC06.

Такий лабораторний комплекс дає можливість проводити наукові експерименти, тестування нових алгоритмів керування та підготовку фахівців у галузі робототехніки. Цей комплексний підхід сприяє модернізації виробничих процесів, підвищенню рівня технологічності та конкурентоспроможності підприємств [4, 5].

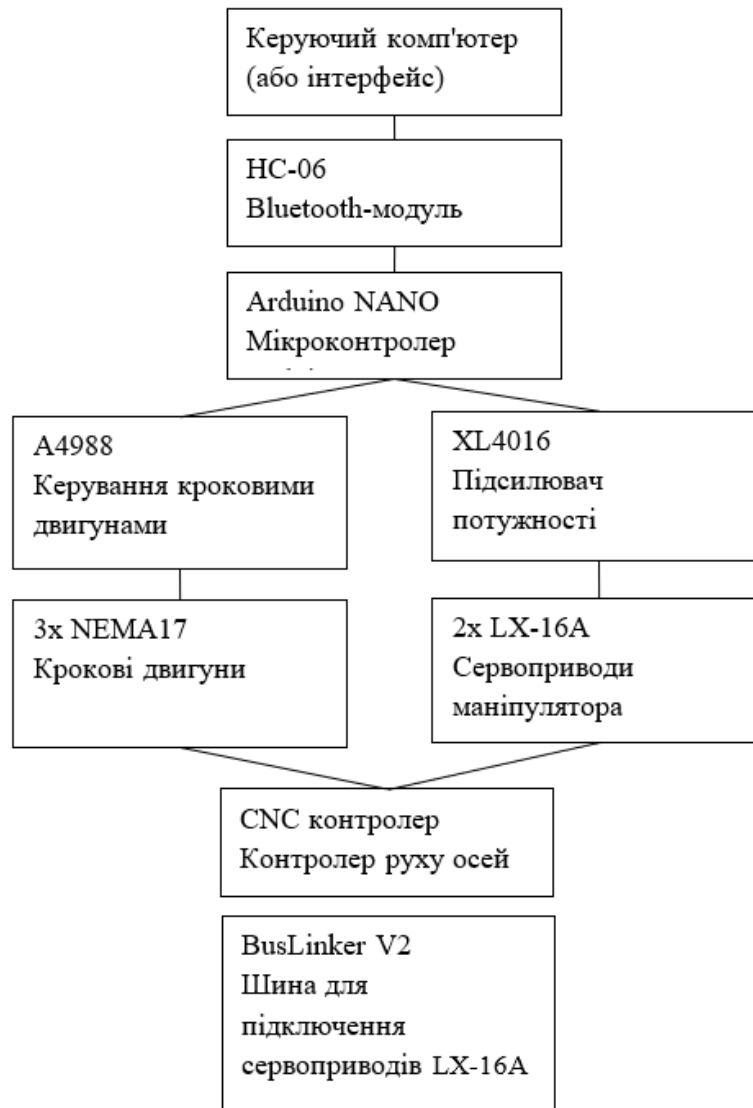


Рисунок 1 – Структурна схема автоматизованої систем керування маніпуляційним роботом

Застосування автоматизованих систем керування маніпуляційними роботами може значно покращити якість та продуктивність виробничих процесів, а також знизити витрати на виробництво. Підводячи підсумок, можемо стверджувати, що розробка та впровадження таких технологій має велике значення для подальшого розвитку промисловості та ефективності виробництва.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Asada, H., Slotine, J. J. Robot Analysis and Control. Hoboken: Wiley-Interscience. 1986. 266 p.
2. Spong, M. W., Hutchinson, S., Vidyasagar, M. Robot Modeling and Control. Hoboken: Jon Wiley & Sons Ltd., 2005. 588 p.
3. Крейг Дж. Дж. Вступ до робототехніки: механіка та керування. Львів: Світ, 2005. 486 с.
4. Пелевін Л.Є., Почка К.І., Гаркавенко О.М., Міщук Д.О. Синтез робототехнічних систем в машинобудуванні. Київ, 2016. 324 с.
5. Лебеденко, Ю. О. Підходи до побудови автоматизованих систем керування роботами з використанням сучасних контролерів. URL: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/25985>.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ МАНІПУЛЯТОРОМ З ПАРАЛЕЛЬНОЮ СТРУКТУРОЮ

Паралельні маніпулятори широко використовуються в багатьох промислових застосуваннях [1] завдяки їх високій точності, вантажопідйомності та жорсткості. Однак контроль цих систем є складним через їх нелінійність і складність. Традиційні системи керування, такі як PID та лінійне керування, мають обмеження щодо обробки динаміки паралельних маніпуляторів, що призводить до зниження продуктивності та стабільності.

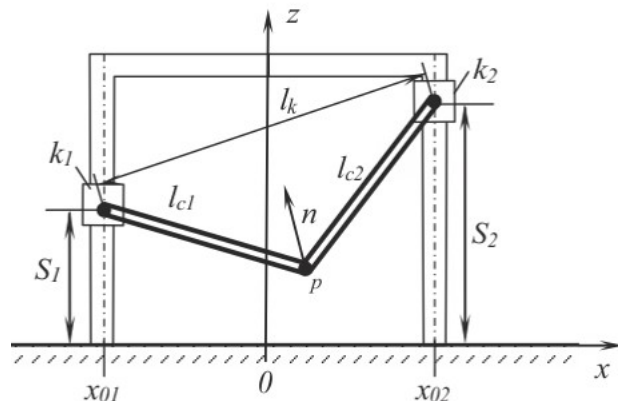
Щоб подолати ці обмеження, дослідники запропонували різні стратегії інтелектуального керування, такі як нейронні мережі та нечітка логіка, для паралельних маніпуляторів [2]. Серед цих підходів навчання з підкріпленням стало багатообіцяючим методом контролю паралельних маніпуляторів. Навчання з підкріпленням – це підмножина машинного навчання, яка дозволяє агенту навчатися, взаємодіючи з навколишнім середовищем методом проб і помилок. Агент отримує сигнал винагороди від середовища на основі своїх дій, і його мета полягає в тому, щоб максимізувати сигнал винагороди шляхом вивчення оптимальної політики. Навчання з підкріпленням успішно застосовувалося в різних задачах управління, включаючи робототехніку та управління процесами.

Прикладом лабораторного стенду паралельної структури, є дослідницький стенд з двома направляючими стрижнями, що розроблений і сконструйований в Херсонському національному технічному університеті (рис. 1а) [3].

Установка складається з металевої рами, яка оснащена двома кроковими двигунами, приводами, шарнірами і робочим органом. В якості робочого органу використовуються шпindel, маніпулятор і екструдер.



а) Загальний вигляд



б) Кінематична схема

Рисунок 1 – Двоприводний маніпулятор з паралельною структурою

Рух робочого органу задається верхнім рівнем керування, який може складатися з персонального комп'ютера. Кожен двигун програмується окремо через локальну систему керування. Датчики, розташовані на приводах, контролюють їх положення і передають дані на верхній рівень управління.

Для того, щоб рухати робочий інструмент (орган) на майданчику, потрібно переміщувати каретки вздовж направляючих штанг. Це забезпечується роботою електродвигунів. В розглянутому випадку, рух інструменту відбувається в вертикальній

площині. Кінематична схема симетричної каркасної конструкції з двома направляючими стержнями показана на рисунку 16 [4].

На етапі проектування та виготовлення, геометричні розміри елементів установки визначаються як $l_{c1}, l_{c2} = l$, що представляє довжини стрижнів (балкових елементів), а також площадка P , на якій розміщений робочий інструмент. Відомими є відстань між опорами, яка дорівнює $d/2 = -x_{01} = x_{02}$, а також початкові положення кареток k_1 і k_2 , $S_{01} = 0$ і $S_{02} = 0$ [4].

Метою досліджень є підвищення ефективності керування двоприводним маніпулятором паралельної структури за рахунок застосування інтелектуальної системи керування, що базується на технології навчання з підкріпленням.

Архітектура запропонованої системи керування складається з чотирьох частин (рис. 2): системи роботизованого маніпулятора, що працює як середовище, системи винагород, що забезпечує винагороду для системи навчання з підкріпленням, системи критики, що використовується для оцінки стратегії, і актора, що пропонує стратегію керування для роботизованого маніпулятора. Завдяки взаємодії між цими чотирма частинами, оптимальна стратегія управління вивчається поступово.

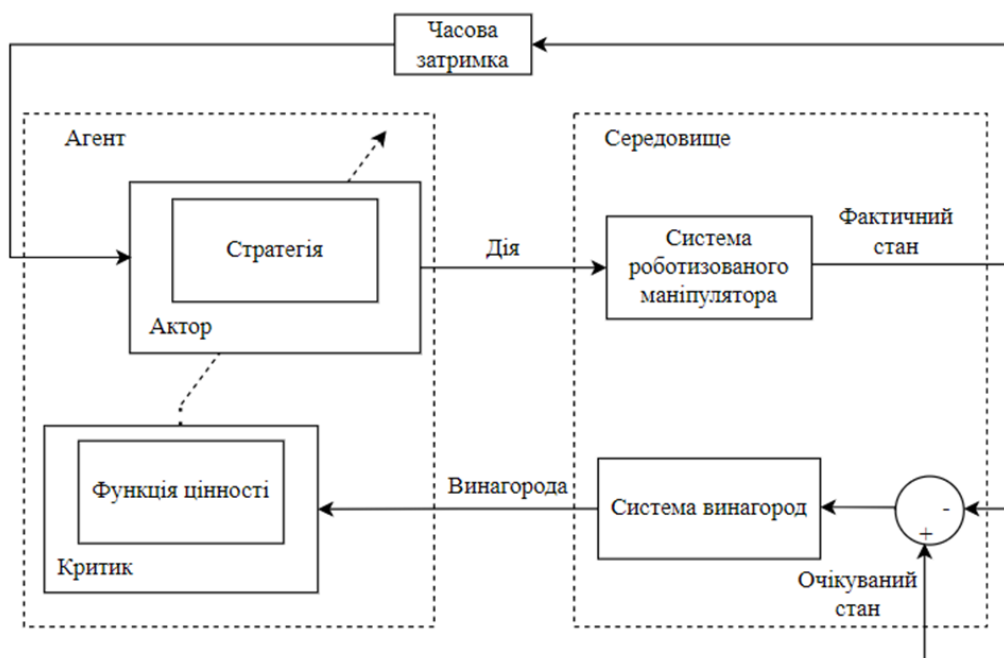


Рисунок 2 – Структурна схема інтелектуальної системи керування

На рисунку 3 зображено схему взаємодії нейроконтролера з середовищем. Середовище описується задавачем очікуваної траєкторії, системою винагород, приводами крокових двигунів, сенсорами положення, та дво-координатним транспортним модулем.

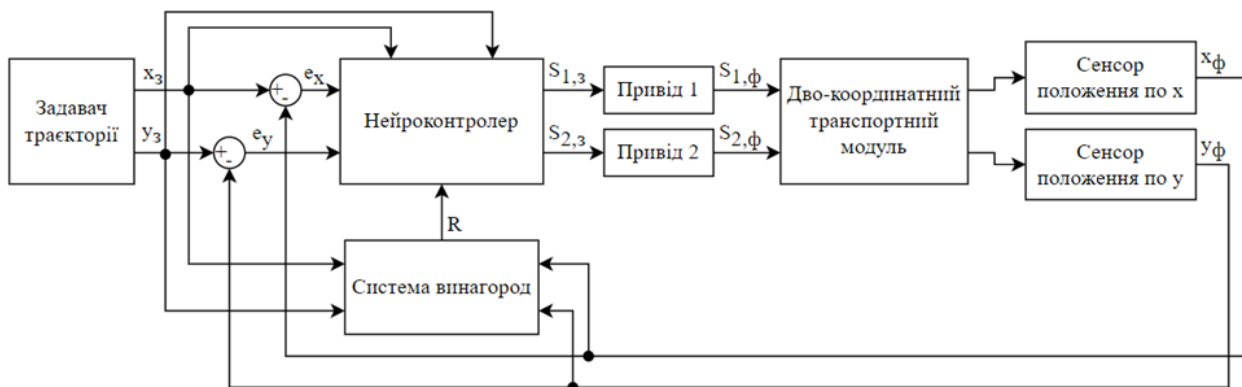


Рисунок 3 – Схема складових компонентів середовища

На вхід нейроконтролер передаються значення бажаного кінцевого положення, похибка відхилення від бажаного кінцевого положення та винагорода. На виході нейроконтролера утворюються дії – керуючі сигнали, що подаються на каретки крокових двигунів, що перетворюють керуючий сигнал з бажаного у фактичний через існування завад. Фактичний керуючий сигнал змінює положення робочого органу маніпулятора, координати якого зчитуються сенсорами положення по осях x та y . В результаті чого отримано фактичне положення дво-координатного транспортного модуля. Система винагород приймає отримані значення координат та порівнює їх з бажаними значеннями, внаслідок чого, формує винагороду за прийняте нейроконтролером рішення.

Агент взаємодіє з середовищем E в дискретні моменти часу (рис. 2). На кожному кроці t агент отримує спостереження x_t , виконує дію a_t і отримує скалярну винагороду r_t . Загалом, середовище може бути частково спостережуваним, так що для опису стану може знадобитися вся історія спостереження, пари дій $s_t = (x_1, a_1, \dots, a_{t-1}, x_t)$. У даній роботі припускається, що середовище є повністю спостережуваним, тому $s_t = x_t$.

Мережа Критик – це глибока нейронна мережа, яка намагається апроксимувати функцію Q-значення, яка в сценарії навчання з підкріпленням означає прогнозовану кумулятивну винагороду для певної пари спостереження-дія. Шлях спостереження об'єднується з шляхом дії у загальний шлях. Ці три шляхи є трьома основними компонентами.

Глибока нейронна мережа Актор відповідає за вироблення дій у відповідь на спостереження. Вона прагне навчитися детермінованої стратегії, яка чітко пов'язує спостереження з діями. Мережа має три одиниці у повністю зв'язаному шарі після шару вхідних даних спостережень. Після цього до виходу шару застосовується функція активації тангенса, щоб обмежити його діапазон від -1 до 1. Остаточний вихід, який відображає дію, вироблену акторною мережею, потім виробляється наступним повністю пов'язаним шаром з двома одиницями.

Алгоритм DDPG (Deep Deterministic Policy Gradient) [5], алгоритм Актор-Критик поза стратегією для безперервних просторів дій, реалізується агентом DDPG, який поєднує в собі мережу Актор та мережу Критик. Для того, щоб виконати дію, агент використовує спостереження як вхідні дані і надсилає їх через мережу акторів. Потім мережа критиків отримує цю дію разом зі спостереженням і обчислює Q-значення для конкретної пари спостереження-дія.

Для навчання агента використовується алгоритм DDPG, метою якого є максимізація очікуваної сукупної винагороди.

В питанні навчання системи найкращій стратегії, функція винагороди має вирішальне значення, оскільки вона забезпечує оціночний зворотний зв'язок [6]. Надійна система винагороди може не тільки прискорити процеси навчання, а й підвищити якість навчання. Тому розробка відповідної функції винагороди є дуже важливою. У цій роботі пропонується система керування на основі навчання з підкріпленням з миттєвою схемою винагороди.

До входу системи винагород подається похибка у положенні робочого органу e та поточні значення координат (x, y) . В середині системи похибка порівнюється з пороговим значенням: при значенні похибки меншої за порогове значення встановлюється позитивна нагорода вагою 10, що означає, що орган рухається за заданою траєкторією, хоч і з існуючим відхиленням; при більшому значенні похибки за порогове значення орган відхиляється від заданої траєкторії, тому встановлюється невеликий штраф, тобто винагорода з вагою -1.

Також у даній системі перевіряється розташування робочого органу у робочій зоні [4], яке задане наступними обмеженнями: якщо об'єкт натрапив на межу, то встановлюється штраф вагою -10; якщо об'єкт вийшов за межі встановленого робочого поля додається штраф вагою -100. Штраф за порушення меж є великим значенням порівняно до інших випадків, бо є неприпустимим для системи – фізична установка не має можливості працювати поза заданими межами, тому для симуляції задається відповідне правило.

Для коректної роботи системи, задається правило перетину меж поля, яке призведе до повної зупинки системи. За рахунок цього Актор має уникати рішень, які призведуть до переходу умовного кордону. Визначення винагороди описується наступною формулою:

$$R = 10(|e| < 0.1) - 1(|e| \geq 0.1) - 10(y = y_{i,s}) - 100(y > y_{i,s}) \quad (1)$$

Для розробки інтелектуальної системи керування установкою паралельної структури на основі навчання з підкріпленням використовується середовище MATLAB та MATLAB/Simulink. За структурною схемою, що наведена на рисунку 3, було побудовано відповідну симуляцію, зображену на рисунку 4. Вхідні сигнали формуються у блоці Signal Builder, у якому задаються швидкість переміщення робочого органу по осях x та y .

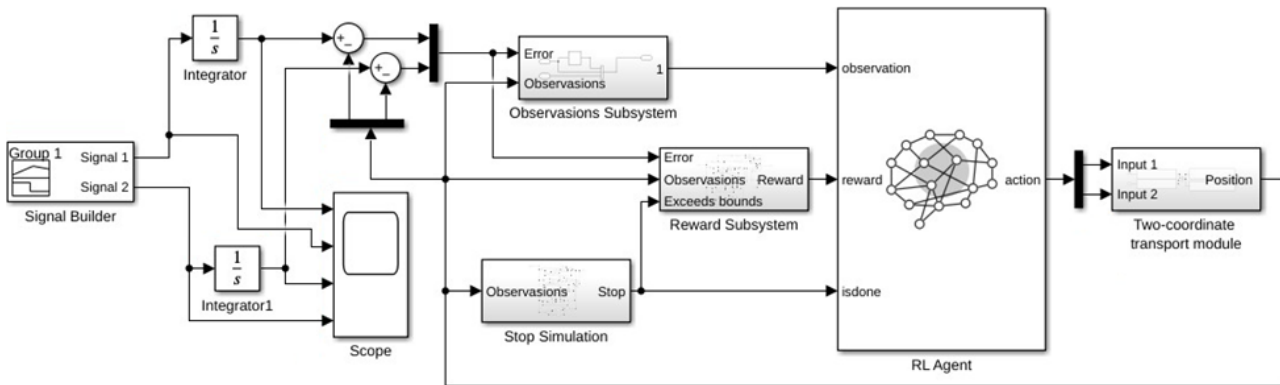


Рисунок 4 – Блок-схема моделювання інтелектуальної системи керування

Отримані сигнали проходять інтегральну ланку та блок сумування, для формування отриманої похибки системи, та подаються до блоку Observations Sybsystem, в якому формується мульти-сигнал станів. В підсистемі станів, до отриманого на вході сигналу похибки додається сформований інтегрований дискретний сигнал похибки та сигнал поточного стану системи. Підсистема Reward Subsystem обчислює винагороду за формулою (1).

У блоці Two-coordinate transport module змодульовано роботу системи роботизованого маніпулятора, в якому використовуються формули передавальної функції крокового двигуна [2] для модулювання роботи приводів крокових двигунів 1 і 2, та зв'язку [4] для визначення координат (x, y) положення робочого органу в залежності від переміщення кареток S_1 та S_2 .

Блок RL Agent (див. рис. 4) реалізує роботу Агента системи навчання з підкріпленням.

Агент глибоко детермінованого градієнта специфікацій (політики) створюється використовуючи об'єкти апроксиматора Актора та Критика.

Для навчання Агента в роботі використовуються задані параметри навчання, які включають максимум 5000 епізодів, кожен з яких триває максимум 200 часових кроків. Прогрес навчання відображається у діалоговому вікні Менеджер епізодів, а відображення командного рядка вимкнено. Навчання зупиняється, коли агент отримує середню кумулятивну винагороду більше 800 за 20 послідовних епізодів.

Розроблена інтелектуальна система керування дозволяє підвищити ефективність керування двоприводним маніпулятором паралельної структури, особливо у складних динамічних умовах, шляхом використання навчання з підкріпленням та нейромережевого регулятора. Взаємодія між частинами запропонованої інтелектуальної системи керування дозволяє поступово вивчати оптимальну стратегію управління.

Ефективність використання запропонованої інтелектуальної системи керування суттєво залежить від функції винагород сформованої з урахуванням припустимої похибки відносно заданої траєкторії руху та меж робочої зони.

Моделювання роботи даної системи керування у середовищі MATLAB/Simulink дозволяє визначити доцільні значення функції винагород та параметрів навчання мереж.

Застосування технологій штучного інтелекту у системах керування багатоприводними маніпуляторами дозволяє конструювати/розробляти більш швидкодіючі, гнучкі, продуктивні та стабільні.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Parallel Manipulators Applications. Modern Mechanical Engineering. 2012. URL: https://www.researchgate.net/publication/235456946_Parallel_Manipulators_Applications-A_Survey.
2. Neural Network Model for Laboratory Stand Control System Controller with Parallel Mechanisms. V. Shymkovych, A. Rudakova, Y. Lebedenko et al. *Advances in Computer Science for Engineering and Education VI. ICCSEEA 2023. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*. Springer. 2023. № 181. Pp. 47-58.
3. Ревенко С.В., Рудакова А.В., Омельчук А.А. Компьютеризированная система управления многоприводной каркасной установкой. *Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених з автоматичного управління присвяченої дню космонавтики, 12 квітня 2017 р., м. Херсон*, С. 216-218.
4. Нілова Д.А., Рудакова А.А., Рудакова Г.В. Аналіз задач кінематики двохприводного механізму з паралельною структурою. *Матеріали X Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених з автоматичного управління присвяченої Дню ракетно-космічної галузі України: Збірник наукових праць*. Херсон-Хмельницький: Вид-во ФОП Вишемирський В.С., 2023. С. 49-52.
5. Yoon C. Deep Deterministic Policy Gradients Explained. Chris Yoon. *Towards Data Science*. 2019. URL: <https://towardsdatascience.com/deep-deterministic-policy-gradients-explained-2d94655a9b7b>.
6. S. Mahadevan, Average reward reinforcement learning: Foundations algorithms and empirical results, *Mach. Learn.*, vol. 22, no. 1, pp. 159-195, 1996.

СЕКЦІЯ
«КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ СИСТЕМИ
І МЕРЕЖІ ПЕРЕТВОРЕННЯ
ТА ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ»

ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС ВИМІРЮВАННЯ КУТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ АКСЕЛЕРОМЕТРА ТА ГІРОСКОПА

Наразі автоматизація проникла у багато сфер життя людини. І продовжує поширюватись з великою наполегливістю. Проникає вона також і у сферу будівництва, де точність, якість та зручність мають велике значення. Одним з прикладів цього є вимірювальний пристрій теодоліт. Вже на цей час існують електронні теодоліти – найновіші досягнення електроніки і приладобудування. В нових високоточних теодолітах замість традиційної відлікової системи з скляним лімбом і оптичним мікрометром використовується оптична система відліку по кругах з оптико-електронним скануванням, яка дозволяє автоматизувати процес вимірювання кутів і одночасно підвищити їх приборну точність, вивід вимірюваних кутів відбувається на зручний графічний дисплей. Основною перевагою електронного теодоліту є простота і точність зняття відліків з дисплея, ймовірність помилки при цьому максимально мала.

Горизонтальні кути можна вимірювати наступними способами:

- 1) Спосіб прийомів
- 2) Спосіб кругових прийомів

Спосіб прийомів використовується, коли необхідно виміряти один кут на точці (рис. 1, а), а спосіб кругових прийомів – коли необхідно виміряти два або більше кутів з однієї вершини (рис. 1, б).

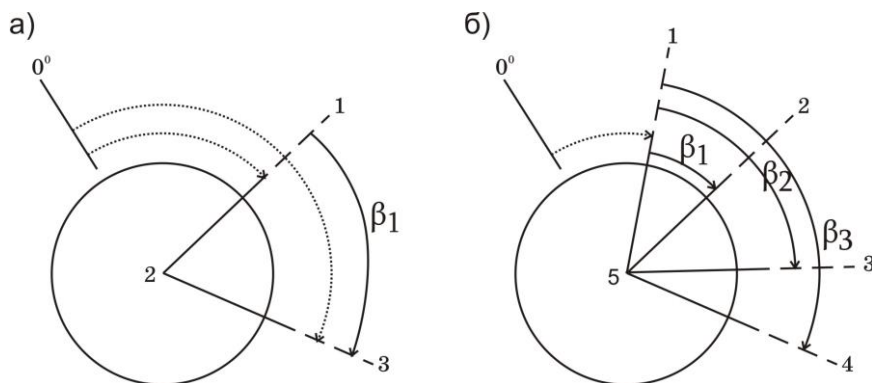


Рисунок 1 – Способи вимірювання горизонтальних кутів:
а) спосіб прийомів; б) спосіб кругових прийомів.

Кутом нахилу ν називають кут між горизонтальною площиною і напрямком на необхідну точку (рис. 2).

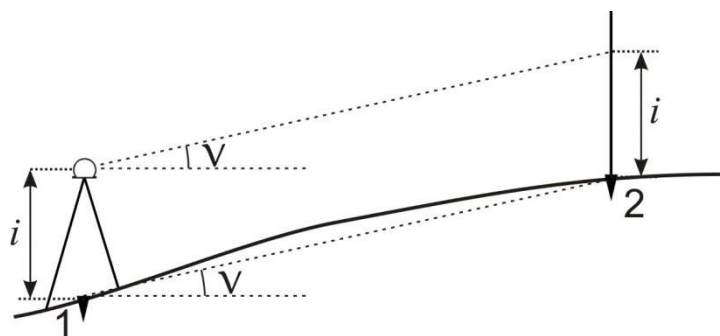


Рисунок 2 – Схема вимірювання вертикального кута:
1) точка знаходження теодоліту; 2) точка знаходження вимірювального об'єкту

Прийнято називати кути нахилу вертикальними. Якщо точка, на яку необхідно визначити кут нахилу, розміщена вище від горизонтальної площини, то кут нахилу буде із знаком плюс, а якщо нижче – мінус.

Розробка програмно-апаратного комплексу для вимірювання кутів з використанням акселерометра та гіроскопу є першим кроком у напрямку створення інноваційного інструменту, який може революціонізувати процес вимірювання кутів та забезпечити автоматизовану систему контролю в різних галузях техніки та науки.

Важливим моментом є досягнення високої точності вимірювань, для цього виконується калібрування пристрою та алгоритмів обробки даних.

Метою дослідження є розробка програмно-апаратного комплексу, який може вимірювати кути обертання платформи, з використанням акселерометра та гіроскопу, на якій закріплена камера (рис. 3), що виконує функцію оптичного застосунку для зняття відео потоку, та зображень, коригування цієї платформи має виконуватися за допомогою сферичного механізму з позиціонуючою платформою.

На даний момент виконується фільтрування вхідних даних, що ми отримуємо з плати MPU 9250 GY-91, що містить у корпусі мікросхеми об'єднані два кристали: на одному розміщений 3-осьовий гіроскоп і 3-осьовий акселерометр, а на другому – також 3-осьовий магнітометр, за допомогою фільтра Калмана.

Фільтр Калмана є набором математичних рівнянь, який забезпечує ефективний обчислювальний (рекурсивний) засіб для оцінки стану процесу таким чином, щоб мінімізувати середнє значення квадрата помилки. Фільтр дуже потужний у кількох аспектах: він підтримує оцінки минулих, справжніх і навіть майбутніх станів, і може робити це навіть тоді, коли точний характер системи, що моделюється, невідомий.

Фільтр Калмана, показаний у цьому проекті, спеціально адаптований для прогнозування кута крену або тангажу. Це одновимірний фільтр Калмана, оскільки так званий «стан» системи складається лише з одного значення: кута крену (або тангажу). Цей підхід можна розширити до багатовимірних станів за допомогою векторів і матриць.

«Загальна» форма фільтра Калмана описана нижче.

1. Спрогнозуйте поточний стан системи:

$$S(k) = F \cdot S(k - 1) + G \cdot U(k)$$

де S = вектор стану ($Angle_{kalman}$);
 F = матриця переходу станів (1);
 G = контрольна матриця (0,004);
 U = вхідна змінна (Rate).

2. Розрахувати невизначеність прогнозу:

$$P(k) = F \cdot S(k - 1) + G \cdot U(k)$$

де P = вектор невизначеності прогнозу (Невизначеність_{angle});
 Q = невизначеність процесу ($T_s^2 \cdot 4^2$).

Визначаємо кути крену та тангажу, отримані від нашого фільтра Калмана. Наше початкове припущення щодо значень кута дорівнює нулю, початкове положення - рівна поверхня. Звичайно, поверхня ніколи не буде абсолютно рівною, тому ми беремо похибку (= дисперсію σ^2) початкового припущення, щоб кути дорівнювали $(2^\circ)^2$. Якщо ми починаємо з поверхні, яка зовсім не рівна, фільтр Калмана використовуватиме значення акселерометра, щоб швидко виправити це початкове неправильне припущення.

Визначаємо вихід з фільтра Калмана; це дві змінні: прогноз Калмана для стану (у нашому випадку кут) і невизначеність цього прогнозу. Обидві змінні оновлюються під час кожної ітерації.

3. Обчисліть виграш Калмана на основі невизначеностей прогнозів і вимірювань:

$$L(k) = H \cdot P(k) \cdot H^T + R$$

$$K = P(k) \cdot \frac{H^T}{L(k)} = P(k) \cdot H^T \cdot L(k)^{-1}$$

де L = Проміжна матриця;
 K = підсилення Калмана;
 H = Матриця спостереження (=1);
 R = Невизначеність вимірювання $((T_s^2 \cdot 3^2)$.

4. Оновіть прогнозований стан системи за допомогою вимірювання стану через підсилення Калмана:

$$S(k) = S(k) + K \cdot (M(k) - H \cdot S(k))$$

де M = вектор вимірювання (Angle).
 5. Оновіть невизначеність прогнозованого стану:

$$P(k) = (I - K \cdot F) \cdot P(k)$$

де I = одинична матриця (=1).

Коли швидкість обертання від гіроскопа та кути від акселерометра виміряні, почніть ітерацію для фільтра Калмана.

Результатом фільтра буде прогноз Калмана для кутів крену та тангажу разом із їх невизначеністю.

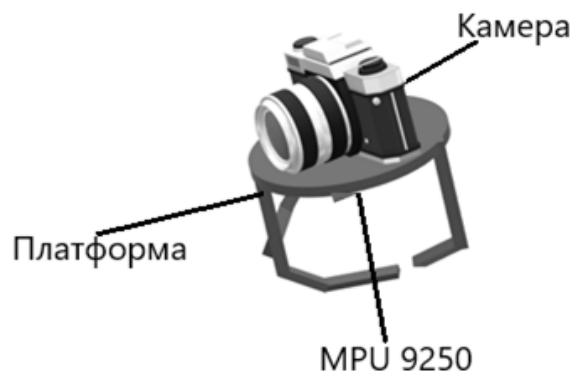


Рисунок 3 – Структура програмно-апаратного комплексу (теодоліту), що містить сферичний механізм з позиціонуючою платформою, на якій розташована камера, а під платформою MPU 9250

Кінцевий результат фільтрування представлений у форматі вікна (рис. 4), де зліва виводиться зображення з камери, а справа - відфільтровані значення кутів. Додатково, у іншій вкладці програмного інтерфейсу також доступне відображення зображення з камери для наведення на об'єкт вимірювання зліва та керування сферичним механізмом з позиціонуючою платформою справа. Цей підхід забезпечує зручність та ефективність вимірювань, дозволяючи одночасно спостерігати за зображенням та отримувати відфільтровані дані кутів для подальшого аналізу.

Вимірювання кутів має широкий спектр застосувань, від наукових досліджень до інженерних задач, і використання сучасних електронних компонентів дозволяє покращити точність та зручність вимірювань.



Рисунок 4 – Кінцевий результат фільтрування:

- а) перша вкладка де наводиться кінцеве зображення та кути, що виміряні;
- б) друга вкладка де виконується наведення на вимірювальний об'єкт

Подальший розвиток та вдосконалення теодолітів є актуальним завданням в сучасному будівництві, відеозйомці та наукових дослідженнях. Впровадження нових технологій, таких як акселерометри та гіроскопи, для поліпшення функціональності та точності таких пристроїв є важливим кроком у цьому напрямку. Такий проект може знайти застосування в різних сферах, включаючи будівництво, геодезію, наукові дослідження та багато інших, що робить його актуальним і перспективним.

Розробка такого програмно-апаратного комплексу може мати перспективи застосування у різних галузях, таких як навігація, віртуальна реальність, медицина, а також в будівництві, де точні вимірювання кутів є важливими.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Демченко А.Г. Теодоліти та їх особливості // Матеріали Студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету - 2023, 10 - 17 травня. Одеса: ОДЕКУ. 2023. С. 124 -126
2. Калинич І.В., Ничвид М.Р., Калинич І.І. Топографія. Лабораторний практикум. Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2020. 176 с.
3. Фільтр Калмана. URL: <https://pzs.dstu.dp.ua/DataMining/kalman/index.html> (дата звернення 10.03.24).

УДК 004.67

Т.В. Ситніков, О.М. Купріянов, О.В. Шкодін, О.В. Діленко, В.С. Ситніков

Національний університет "Одеська політехніка"
sitnikov@op.edu.ua

ЗАСТОСУВАННЯ ОДНОТИПНИХ СМУГОВИХ ЧАСТОТНО-ЗАЛЕЖНИХ КОМПОНЕНТ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПОРЯДКУ ПЕРЕДАВАЛЬНОЇ ФУНКЦІЇ ТРАКТУ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ ДАТЧИКІВ У АВТОНОМНИХ МОБІЛЬНИХ ПЛАТФОРМАХ

В даний час є велика потреба у дешевих автономних мобільних платформах (АМП) різного призначення для зменшення витрат на їх побудову та використання. Такі платформи мають необхідність автономно вирішувати велику кількість завдань по аналізу внутрішнього стану платформи, взаємозв'язок з навколишнім середовищем, орієнтацією у просторі, планування та вирішення цільових завдань. До складу АМП додають обчислювальні компоненти та велику кількість датчиків і виконавчих механізмів, але при цьому вони повинні мати обмежені обчислювальні ресурси.

Обмежені обчислювальні ресурси та велика кількість поточних завдань дають змогу автономним платформам дуже добре вписуватися у концепції Індустрія 4.0 та 5.0, а їх подальший розвиток і до концепції Індустрії 6.0. Відповідно до них платформи та їх складові повинні відповідати вимогам за мобільністю, гнучкістю, адаптивністю, пристосованістю до різних умов функціонування [1]. Тому до складу системи додається набір різноманітних багатофункціональних датчиків, апаратних та програмних компонентів обчислювальної техніки та виконавчих пристроїв, які повинні працювати у реальному часі.

Таким чином, до складу АМП повинні входити компоненти, які мають можливість перебудовувати власні характеристики програмними, або апаратними засобами в залежності від умов функціонування. В такому разі до тракту обробки сигналів датчиків необхідно включати компоненти, які адаптуються в залежності від наявності перешкод та шумів для підвищення надійності та ефективності роботи системи у цілому [2].

Цифрові компоненти, які застосовують для обробки сигналів датчиків, включають різні частотно-залежні компоненти. У АМП з обмеженими обчислювальними ресурсами такі компоненти виконуються на основі компонентів низького порядку. Це обумовлено малими витратами на обчислення коефіцієнтів передавальної функції та кількості коефіцієнтів, простотою налагодження або перебудови, помірним енергоспоживанням та часу обробки. Крім того, при роботі у реальному часі є обмеження на обчислення, перебудову та перехідний процес нової конфігурації вузла обробки сигналів датчиків. В якості компонентів низького порядку частіше використовують компоненти першого та другого порядку.

При використанні таких компонентів типовими завданнями у складних умовах функціонування є зміна смуги пропускання вузла обробки та підвищення добротності амплітудно-частотної характеристики.

Типовий вузол обробки сигналів датчиків це послідовне з'єднання частотно-залежних компонент. Тоді при послідовному з'єднанні передавальних функцій однотипних компонент їх передавальні функції перемножуються. Оскільки передавальні функції складаються з амплітудно-частотної (АЧХ) та фазо-частотної (ФЧХ) характеристик, а компоненти однотипні, то при каскадному з'єднанні однотипних компонент їх перемноження перетворюється у возведення у ступень. В цьому випадку їх характеристики АЧХ и ФЧХ відповідно трансформуються наступним чином: АЧХ возводиться у ступень, а ФЧХ помножується на показник ступеня. Тоді, при такому з'єднанні основні зміни відбуваються у АЧХ. В той час як ФЧХ залишається квазілінійною.

Метою дослідження є аналіз послідовного з'єднання однотипних частотно-залежних компонент для підвищення добротності АЧХ та пошук нових обчислювальних формул. Розглянемо це на прикладі смугових цифрових фільтрів, оскільки вони мають широке застосування у вузлах обробки сигналів датчиків АМП.

При послідовному з'єднанні однотипних смугових передавальних функцій їх основна АЧХ возводиться у ступень, а це відображається на характеристиці як "стискання". Це приводить до того, що частоти зрізу зсуваються до центральної частоти, яка не зрушується, і зростає добротність АЧХ.

Передавальна функція першого порядку основного смугового фільтру математичне описується передавальною функцією другого порядку з п'ятьма коефіцієнтами - два у знаменнику b_1, b_2 та три у чисельнику - a_0, a_1, a_2 , однак один з них дорівнює $a_1 = 2$, а два інших однакові $a_0 = a_2$

$$H(z) = \frac{a_0 + 2z^{-1} + a_0 z^{-2}}{1 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}}. \quad (1)$$

Це дозволяє розраховувати тільки три коефіцієнта - a_0, b_1, b_2 . Після перетворення комплексної частотної характеристики одержуємо математичне описання АЧХ у вигляді

$$H(\bar{\omega}) = \sqrt{\frac{(2 a_0 \sin(\bar{\omega}))^2}{(1-b_2)^2 + b_1^2 + 2b_1(1+b_2) \cos(\bar{\omega}) + 4 b_2 (\cos(\bar{\omega}))^2}},$$

де $\bar{\omega} = 2\pi \frac{f}{f_d}$, $\bar{\omega} \in [0, \pi]$ - нормована кутова частота, f, f_d - відповідна лінійна частота та частота дискретизації.

Звісно, що рівень на якому визначають частоту зрізу дорівнює 0.707. При возведення у ступень однотипних АЧХ цей рівень залишається незмінним, але тоді для визначення частот зрізу нових АЧХ необхідно добувати корінь порядку, який дорівнює кількості з'єднаних однотипних компонент, з цього рівня. У такому випадку по АЧХ основного фільтру можна визначити частоти зрізу нової АЧХ на рівні добутого кореня з початкового рівня.

Для визначення частот зрізу нової АЧХ після з'єднання n однотипних фільтрів по основній АЧХ необхідно вирішити рівняння на основі АЧХ основного фільтру та невідомих частотах для нового з'єднання. Отримані частоти відповідають новим частотам зрізу нового з'єднання однотипних компонент.

Таким чином, послідовне з'єднання однотипних частотно-залежних компонент дозволяє підвищити крутизну АЧХ дискретно на величину яка дорівнює кількості з'єднаних однотипних компонент. Підвищення добротності приводить до "стискання" АЧХ та звуження смуги пропускання. На підставі аналізу отримані нові формули для точного розрахунку нових частот зрізу. Це дозволяє оперативно обчислити необхідне дискретне "стискання" АЧХ, а при обмежених обчислювальних можливостях на борту автономної мобільної платформи скористатися попередніми розрахунками у вигляді таблиць значень. Такий підхід дає можливість у автоматичному режимі підвисити захищеність обробки сигналів при наявності перешкод при малих витратах часу та обладнання.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Adel Amr. Future of industry 5.0 in society: human-centric solutions, challenges and prospective research areas. *Journal of Cloud Computing volume 11, Article number: 40 (2022)*, available at: <https://journalofcloudcomputing.springeropen.com/articles/10.1186/s13677-022-00314-5>
2. Afanasyev, I., Sytnikov, V., Strelsov, O., Stupen, P. The Applying of Low Order Frequency-Dependent Components in Signal Processing of Autonomous Mobile Robotic Platforms. *Lecture Notes in Networks and Systems, 2022, 507 LNNS*, pp. 882-891. DOI: 10.1007/978-3-031-10464-0_61

СЕКЦІЯ
«ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНІ
ТА ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧІ
СИСТЕМИ»

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN UNMANNED AIRCRAFTS FOR HUMANITARIAN NEEDS

In Ukraine and in the world, the field of unmanned aircraft systems is developing rapidly to solve various types of problems, including a number of humanitarian applications:

- civil protection during emergencies and natural disasters;
- search and rescue operations in hard-to-reach areas;
- fire prevention monitoring of forest lands;
- aerial photography;
- distribution of plant protection products in the fields;
- detection of explosive objects.

In view of this, the development of information technology to expand the functional capabilities of UAVs is an urgent task today. Common problems of all types of tasks include [1]:

- availability of appropriate equipment of a certain class;
- personnel training;
- certification of equipment and personnel;
- safety during work in emergency situations and others.

The most sought-after application of UAVs for humanitarian demining has specific problems due to the lack of reliable universal search tools that can detect different types at different depths in dense vegetation, etc. Until 2022, effective systems for automating the processes of detecting explosive objects and documenting potentially contaminated areas in the world had not been developed, instead, methods of mechanization and automation of the deminers' manual work were used.

The development of technology now makes it possible to replace the dangerous and expensive part of the work with means with AI elements to find and fix dangerous objects that are scattered over vast territories. Such technologies are capable of detecting objects, processing the obtained data with planning the next steps and monitoring the quality of mine clearance of territories.

Screening with UAVs has several advantages:

- acceleration of all stages of humanitarian demining;
- replacement of expensive ground-based automation equipment;
- the fastest screening of large areas;
- improving the quality of object detection;
- automation of data processing thanks to AI;
- increasing efficiency;
- personnel safety.

A specific problem for the needs of humanitarian demining is the synergy of different methods due to the limited visual detection method. To improve the quality of detection of dangerous objects, a UAV is being developed as a measuring system with several sensors and a high-resolution camera.

The neural network model is based on a small powerful NVIDIA Jetson Nano microcomputer, which has sufficient computing power, ensures fast operation of AI algorithms and allows for real-time recognition of dangerous objects. NVIDIA Jetson is built on an energy-efficient platform, has a

set of various interfaces for connecting devices and allows running several neural networks in parallel and simultaneously process data from high-resolution cameras and other additional sensors for detecting dangerous objects.

Jetson Nano includes the ability to install open source machine learning platforms for quick integration of the AI model. The PyTorch open machine learning library for computer vision and the OpenCV library of functions and algorithms for image processing and numerical algorithms provide the toolkit to implement a model based on Ultralytics YOLOv8, the latest version of the real-time object detection and image segmentation model.

Application of the model makes it possible to significantly speed up the search, detection and documentation process when deploying AI on various types of aircraft.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Застосування безпілотних авіаційних систем у сфері цивільного захисту: монографія / Д.В. Бондар, А.В. Гурник, А.О. Литовченко, В.В. Хижняк, В.Л. Шевченко, Д.М. Ядченко. Київ, 2022, 312 с.

СТВОРЕННЯ VR - СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ТРЕНУВАННЯ ПЕРСОНАЛУ З РЕАГУВАННЯ НА АВАРІЙНІ СИТУАЦІЇ

Екстрені події можуть статися будь - коли, і швидка та точна реакція персоналу має вирішальне значення для порятунку життів і зменшення шкоди. Традиційні методи навчання, такі як бесіди, семінари, практичні вправи, мають недоліки. Вони можуть бути дорогими, ризикованими та не завжди дозволяють повністю повторити реальні надзвичайні ситуації.

Віртуальна реальність (VR) надає новий ефективний метод навчання персоналу реагування на надзвичайні ситуації. Налаштування віртуальної реальності можуть генерувати безпечні та автентичні симуляції, які дозволяють слухачам брати участь у надзвичайних ситуаціях і вдосконалювати свої здібності в безпечному середовищі.

У цій роботі розглядається процес створення VR - середовища для тренування персоналу з реагування на аварійні ситуації.

Основним пристроєм передачі картини є VR-шолом. В нашому випадку вибираємо автономний шолом віртуальної реальності Meta (Oculus quest 2) (Рис. 1)



Рисунок 1 – Meta (Oculus) Quest 2

Його перевагами можна вважати: 1) Автономність, він має в собі вбудований акумулятор завдяки цьому, можна не використовувати додаткові дроти для його функціонування. 2) наявність контролерів, завдяки ним, можна симулювати тримання предметів у руці та діям з ними, наприклад використання вогнегасника, вмикання електросистем пальцем або затягування болту інструментом. 3) Доступність інструментів для створення програм для симуляції віртуального середовища. 4) Ціна серед усіх пристроїв він є набагато дешевшим ніж є конкурентів, а саме 199 доларів США, якщо у конкурентів ціна починається від 499 доларів США [1].

Для створення VR середовища нам знадобляться рушії та знання програмування. Вибір же самого рушія залежить від декількох компонентів, а саме від функціональних та технічних можливостей. В Unreal Engine кращі можливості для імітації фізики та підтримки штучного

інтелекту, але він буде складний у використанні для не досвідчених користувачів[3]. Unity у свою чергу же є доволі простим у використанні і має набагато ширшу спільноту яка може допомогти з матеріалами, предметами або у вирішенні тих чи інших питань які виникають під час створення програми[2]. Його інтерфейс є не нагромадженим, тобто, усе просто навіть для початківців (Рис.2)

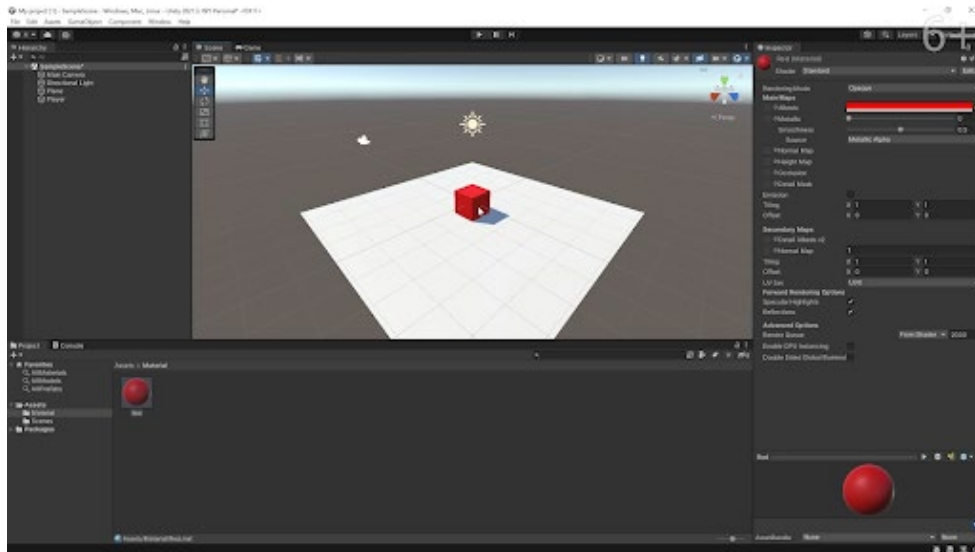


Рисунок 2 – Інтерфейс Unity

Також немало важним під час створення нашого середовища потрібно вирішити, буде вона працювати в самому шоломі, або на комп'ютері на якому вона буде запускатися, а потім вже буде передаватися бездротовим сигналом або за дротом. Якщо наш вибір пав на самий шолом, то під час завантаження самого рушія та його останній версії, потрібно буде додати ще “Android Build Support”(Рис.3), так як при звичайній компіляції вона буде автоматична доступна тільки на ПК, у свою чергу “Android Build Support” дозволяє компілювати його в формат арк який сприймає цей шолом і дозволяє запускати його без усіляких проблем[4].

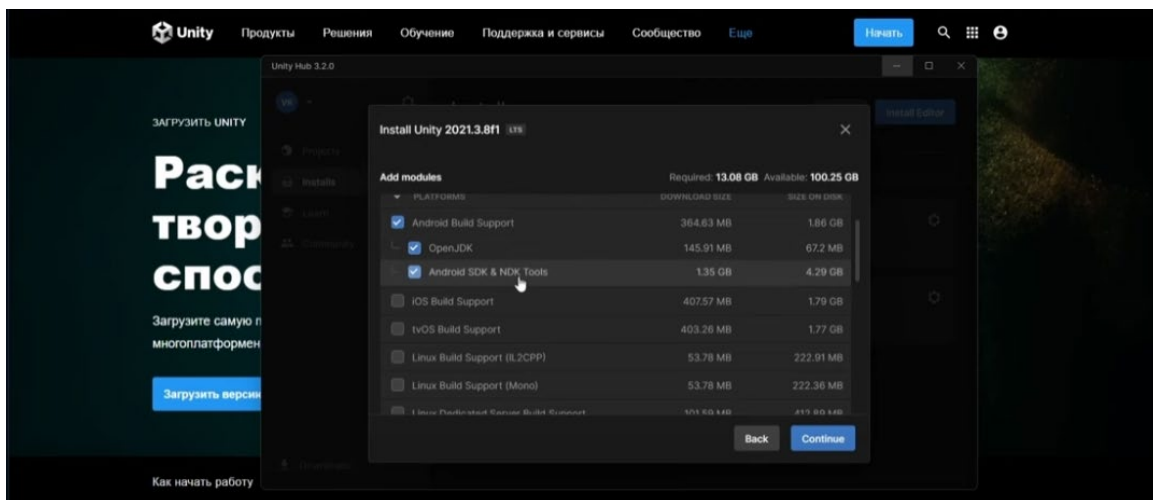


Рисунок 3 – Інтерфейс додавання додаткових модулів

Після налаштування ми можемо виводити на екран потрібні там функції, наприклад сцену де ми розставляємо предмети, гру, показує наш варіант того що ми зробили, проект, де в нас є предмети, текстури, приклади, тощо (Рис. 4)

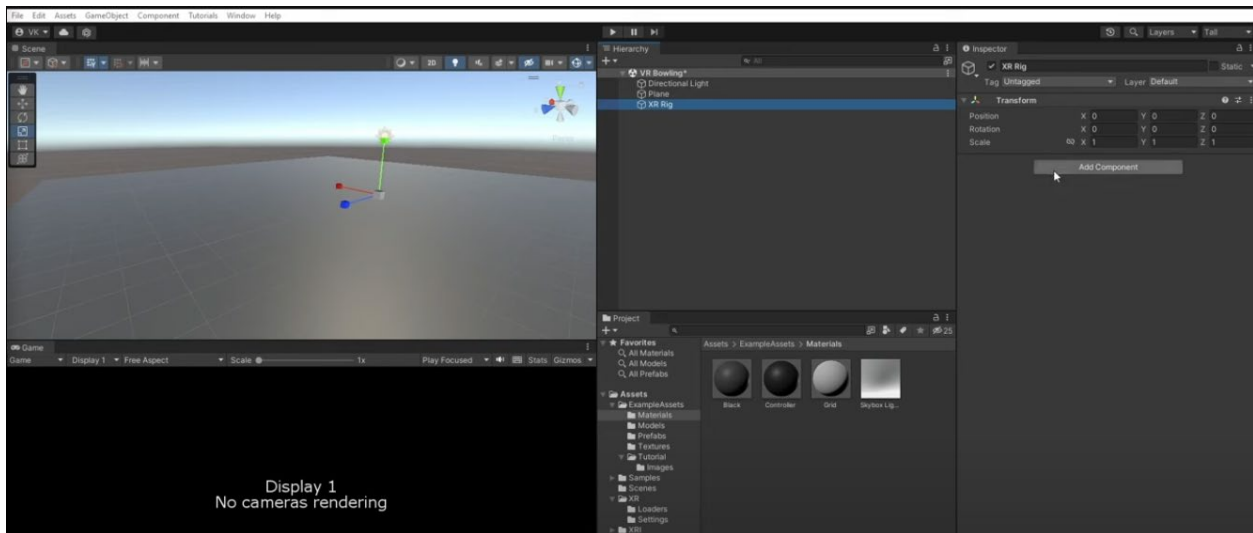


Рисунок 4 – Додані екрани

Таким чином, VR - системи - це комплекс технічних засобів, що занурюють людину у віртуальну 3D - сцену, модель якої створюється за допомогою комп'ютера. Така система дає змогу відчувати себе присутнім в іншому світі-ситуації або реалістично побачити перед собою прототип аварійної ситуації. Комплекс пристроїв, що впливають на людину, може бути різним: 3D - кімната, тривимірний екран, шолом віртуальної реальності і таке інше. Крім того, VR - система може оснащуватися різною периферією в залежності від бажаних функцій і бюджету замовника, як варіант це і рукавички віртуальної реальності, різні джойстики, костюми motion-capture і пристрої тактильного зворотного зв'язку. Всі ці технології дають змогу взаємодіяти з віртуальними аварійними ситуаціями з високою мірою інтерактивності.

Безперечно VR – технології є перспективним напрямком, розвиток якого сприятиме подальшому прогресу і у сфері підвищення кваліфікації також. Зокрема VR-середовища, розроблені на рушії Unity, мають значний потенціал для покращення тренування персоналу з реагування на аварійні ситуації. Ця технологія може забезпечити безпечне, реалістичне та захоплююче середовище для тренування, що може допомогти персоналу приймати більш оптимальні рішення в кризових стресових ситуаціях. Але головним моментом під час створення цього середовища є те що потрібні навички програмування мови C# а також базові знання в рушії Unity.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Next-level hardware that's easy to set up and safe to use URL: <https://www.meta.com/quest/products/quest-2/> (дата звернення 10.03.24).
2. Unity. URL: <https://unity.com/>
3. Unreal engine. URL: <https://www.unrealengine.com/en-US> (дата звернення 10.03.24).
4. Linoves D Virtual reality in Unity: Книга. Бирмінгем: Packt Publishing, 2018. 492 с.
5. Steven Antonio Christian Enhancing Virtual Reality Experiences with Unity 2022: Книга. Бирмінгем: Packt Publishing, 2023. 556 с.
6. Mitch McCaffrey UNREAL ENGINE VR COOKBOOK: DEVELOPING VIRTUAL REALITY WITH UE4: Книга. США: Addison-Wesley Professional, 2019. 256 с.

АВТОМАТИЗАЦІЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ CRM-СИСТЕМ НА ПРИКЛАДІ ФІТНЕС-ЦЕНТРУ

У сучасному світі фітнес-центри стають все популярнішими і важливими для забезпечення здорового способу життя. Але керувати фітнес-центром і надавати високоякісні послуги може бути викликом. Саме тут CRM-системи виявляються надзвичайно корисними [1]. CRM-система дозволяє фітнес-центрам вести базу даних клієнтів і взаємодіяти з ними більш ефективно. Вони можуть зберігати інформацію про клієнтів, їх попередні тренування, побажання та рекомендації [2]. Це допомагає персоналу бути більш інформованим і надавати кращий сервіс. А збір і аналіз даних про роботу фітнес-центру є важливим для прийняття правильних рішень. Таким чином з'являється можливість надавати змогу аналізувати показники ефективності, витрати і прибуток. Як наслідок керівникам фітнес-центрів приймати обґрунтовані рішення для покращення бізнесу.

Метою роботи є створення та опис моделі, спрямованої на розробку і впровадження системи, призначеної спеціально для фітнес-центрів, яка буде включати в себе широкий спектр функцій та можливостей, спрямованих на покращення управління, забезпечення ефективності та підвищення задоволеності клієнтів. Також передбачається інтеграція зі сторонніми сервісами за допомогою API[3], що дозволить забезпечити більшу функціональність та розширені можливості системи. Крім того, передбачена можливість спілкування з клієнтами через месенджер, щоб забезпечити більш зручну та ефективну комунікацію, сприяючи покращенню обслуговування та підвищенню рівня задоволеності користувачів.

Аналіз даних для CRM системи фітнес центра включає в себе ретельне вивчення накопичених даних щодо клієнтів, їхньої активності, тренувань, продажів та маркетингових кампаній. Цей процес полягає в виявленні зв'язків, закономірностей та трендів у даних для зрозуміння поведінки клієнтів та оптимізації бізнес-процесів. Після збору та підготовки даних, використовуються певні інструменти для їхнього аналізу. Вони застосовують статистичні методи для виявлення кореляцій між різними параметрами, визначення причинно-наслідкових зв'язків та прогнозують майбутні тенденції. Після отримання результатів аналізу дані будуть візуалізовані за допомогою графіків та діаграм, які допомагають зрозуміти складну інформацію швидко та ефективно. Графіки можуть включати гістограми, діаграми розподілу, лінійні графіки, кругові діаграми тощо. Ці візуальні представлення дозволяють відобразити ключові тренди, варіації та взаємозв'язки між різними параметрами даних. У роботі наводяться результати вимірювань реального трафіка. Наведені дані показують, що в залежності від якості та зручності застосунку, а інтенсивність та перепади графіку [4] залежать від робочих днів та годин відвідування. Використання процедури спостереження за графіком та його аналізом свідчать про тривалі його перепади на окремих його ділянках. В зв'язку з цим актуальними стають методи спостереження або прогнозування роботи фітнес-центру.

Такий аналіз та візуалізація даних дозволяють фітнес центру зрозуміти потреби своїх клієнтів, виявити можливості для покращення сервісу, а також ефективно планувати майбутні акції та маркетингові стратегії. Для ефективного управління такими закладами і забезпечення задоволення потреб клієнтів необхідно мати чітке розуміння їхніх вимог та очікувань. Діаграма прецедентів виступає як потужний інструмент для аналізу та моделювання функціональних вимог системи. На рис. 1 зображені ключові прецеденти, або функціональні взаємодії, які відбуваються між користувачами та системою фітнес-центру. Визначення цих прецедентів допоможе нам краще зрозуміти, як система має відповідати потребам користувачів та оптимізувати їхній досвід використання.



Рисунок 1 — Діаграма прецедентів

У випадку CRM-системи для фітнес-центрів можна діаграма прецедентів відображає взаємодію чотирьох основних акторів: незареєстрованого користувача, зареєстрованого користувача, тренера та адміністратора.

Отже, розроблена система для фітнес-центрів має значний потенціал для підвищення ефективності управління, забезпечення високоякісного обслуговування клієнтів та покращення бізнес-процесів у даній галузі. Впровадження такої системи оптимізує управління, підвищення ефективності та покращення задоволеності клієнтів, а інтеграція із сторонніми застосунками розширить функціонал та забезпечить більші можливості в управлінні та обслуговування клієнтів. З іншої сторони, висвітлені результати аналізу даних та їх візуалізація дозволяють фітнес-центру зрозуміти потреби своїх клієнтів, виявити можливості для покращення сервісу та ефективно планувати майбутні акції та маркетингові стратегії.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Polishchuk I. CRM-system as the basis of formation of consumer loyalty. *Economic journal Odessa polytechnic university*. 2021. Т. 3, № 17. С. 76–80.
2. Collecting Data. *Quality and Reliability Engineering International*. 2016. Т. 32, № 2. С. 333.
3. Darcy M. Application Programming Interface User Guide. Independently Published, 2022.
4. Ranganathan K. Impactful Data Visualization: Hide and Seek with Graphs. SAGE Publications India Pvt, Ltd., 2022.

МОДЕЛЬ КЛАСИФІКАЦІЇ ПШЕНИЦІ НА ОСНОВІ ЗГОРТКОВО-КАПСУЛЬНОЇ АРХІТЕКТУРИ НЕЙРОМЕРЕЖІ

У даній праці розроблено модель 2-класового («дозріла»/«недозріла») та 3-класового («дозріла»/«хвора»/«недозріла») розпізнавання пшениці. Проведений огляд показав, що широке розповсюдження та хороші результати показують моделі зі згортковою архітектурою. Дещо кращі результати показують капсульні моделі. Розроблена модель поєднує згорткову та капсульну архітектуру. У праці була вдосконалена архітектура моделі, щоб об'єднати їх переваги та компенсувати недоліки. Графіки точності та втрат навчання моделі на наборі зображень пшениці показали зростання точності та відсутності перенавчання, що підтверджує правильність вибору архітектури.

Для навчання даної моделі використовувався набір даних Hyperspectral Library of Agricultural Crops (USGS). Набір зображень був розроблений для всіх основних світових культур і був зібраний Геологічною службою США (USGS) та партнерськими волонтерськими організаціями з усього світу. Із бази використовувались зображення пшениці, зняті дроном з близької відстані [1].

Функція зменшення ваги використовується для чисельної стабільності. Рекомендується встановити початкове значення 0,5. Обидві моделі тренувалися протягом ста епох. Пакет запуску містить тридцять два значення, а тестовий пакет містить одне значення. Зображення "64×64" використовуються для навчання та тестування мережі. Завершіть тренування методом ранньої зупинки, щоб уникнути наслідків перетренованості. Якщо перевірка завершується подальшим покращенням, механізм ранньої зупинки припиняє навчання навчальних зразків. У цьому випадку функція втрат обчислюється після кожної епохи на тестовому наборі. Навчання припиняється, коли втрати підтвердження збільшуються. Це ознака перенавчання. Скасування кроку навчання залежить від параметра терпіння, який відповідає кількості епох очікування покращення втрати перевірки. Для обох моделей параметр допуску дорівнює десяти.

Для перевірки моделі були використані зображення з бази Wheat-Ears-Detection-Dataset [2].

На рисунку 1 зображено точність класифікації набору перевірки згорткової капсульної нейронної мережі CNN-CapsNet для класифікації за трьома класами.

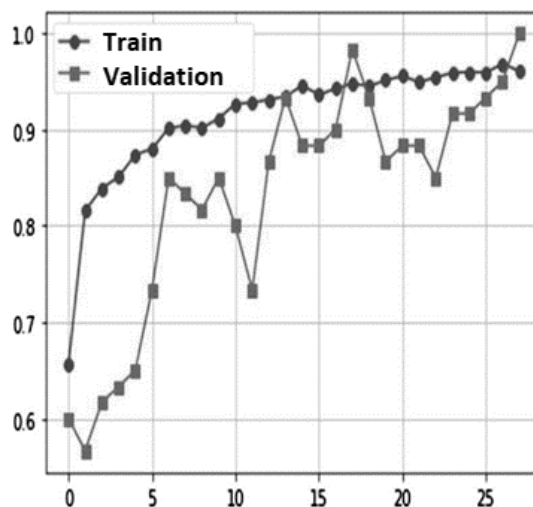


Рисунок 1 – Точність моделі CNN-CapsNet для трикласової задачі

На рисунку 2 показано навчальний набір і графіки втрат під час навчання моделі згорткової нейронної мережі Caps (CNN-CapsNet) для класифікації за трьома класами.

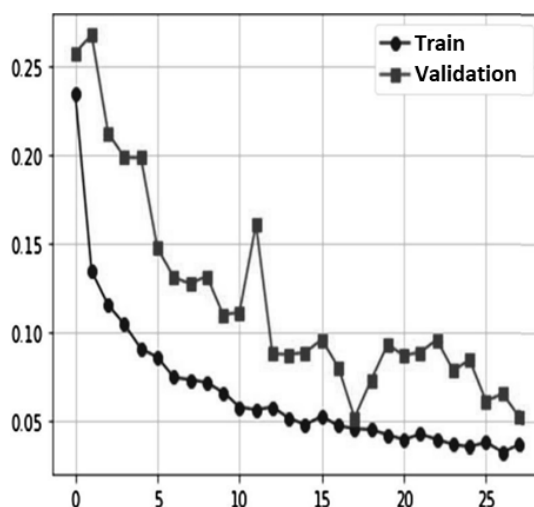


Рисунок 2 – Втрати моделі CNN-CapsNet для трикласової задачі

Втрата навчання значно зменшується в перші десять ітерацій і стабілізується після п'ятнадцяти ітерацій. Навчання буде припинено через 29 епох після 10 епох.

Розроблена модель була перевірена по критеріям точності класифікації, запам'ятовування та F-оцінки. Перевірка моделі показала покращення результатів та високі показники точності, що дозволяє її використовувати для практичних результатів.

Запропонована модель показала хороші результати точності, проте дані результати потребують більш ретельної перевірки на більшій кількості зображень з різних наборів даних. Також результати не є стійкими, оскільки в деяких випадках запропонована модель показує кращі результати, в деяких гірші [3, 4]. При цьому середні показники швидкодії моделі є гіршими за більшість моделей. Практичне використання даної моделі потребує комплексної оцінки по інтегральному критерію та врахування більшої кількості факторів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Bill Basener. Hyperspectral Library of Agricultural Crops (USGS). GHISACONUS(Global Hyperspectral library of Agricultural crops United States). 2024. URL: <https://www.kaggle.com/datasets/billbasener/hyperspectral-library-of-agricultural-crops-usgs>. (дата звернення 15.03.2024).
2. Simon Madec, Frederic Baret, Benoit de Solan, Shouyang Liu. The Wheat-Ears-Detection-Dataset (WEDD) Wheat-Ears-Detection-Dataset Dataset from the Ear density estimation from high resolution RGB imagery URL: <https://github.com/simonMadec/Wheat-Ears-Detection-Dataset> (дата звернення 15.03.2024).
3. S. Lingwal, K. K. Bhatia, M. S. Tomer. Image-based wheat grain classification using convolutional neural network. *Multimedia Tools and Applications*, no. 80. 2021, P. 35441 - 35465.
4. Muhammad Abdulaziz, Arserim Muhammet, Türk Ömer. Compare the classification performances of convolutional neural networks and capsule networks on the Coswara dataset. No. 14. P. 265-271. DOI:10.24012/dumf.1270429. 2023. URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3033184>. (дата звернення 15.03.2024).

**МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА УПРАВЛІННЯ ЧАСОМ
ПРАЦІВНИКІВ НА ОСНОВІ МОБІЛЬНОГО ЗАСТОСУНКУ
ТАЙМ-МЕНЕДЖМЕНТУ ТА АНАЛІТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ**

Питання керування часом і управління роботою є надзвичайно важливими в сучасному бізнес-середовищі, особливо з урахуванням поширення нових технологій і ритму життя. Тайм-менеджмент, як галузь менеджменту, спрямований на розвиток ефективних стратегій управління часом, які постійно еволюціонують і адаптуються до нових викликів [1].

Зазначена проблема нестачі часу стає особливо актуальною для більшості керівників вітчизняних підприємств [2]. Сучасне бізнес-середовище вимагає від них постійного балансу між великою кількістю завдань, обов'язків та вимог щодо швидкості і результативності. Відсутність ефективних стратегій керування часом може призвести до стресу, втоми та недосягнення бажаних результатів.

У такому контексті використання мобільних застосунків тайм-менеджменту та аналітичних алгоритмів стає ключовим фактором у досягненні успіху. Отже актуальність даної теми є беззаперечною для сучасного управління.

Звичайно для планування свого часу вже існує велика кількість додатків. Найбільш відомим для всіх користувачів Android та й в цілому поціновувачів компанії Google, є застосунок Google календар. Даний додаток є зручним і має легкий для сприйняття інтерфейс. Також присутня версія як для смартфона так і для комп'ютера, при цьому вони легко синхронізуються якщо увімкнути це в налаштуваннях. Основними його функціями є планування зустрічей та справ з автоматичним нагадуванням про них, складання розкладу на день або отримання розкладу ззовні [3].

Але не слід забувати, що Google календар є скоріше планувальником, ніж саме програмою тайм-менеджменту.

Також є такий мобільний застосунок як ToDoist, який більш спрямований на планування справ команди, отже, багато функцій спрямовано саме на спільну працю. При плануванні в ньому, для кожного завдання можна встановити терміни, легко поставити пріоритет та розбити задачу на частини [3].

Ці застосунки є самодостатніми і завершеними, але жоден з них не здатен допомогти користувачу доцільно розподілити час для завдань.

Мета даного дослідження полягає у створенні інтегрованої системи, яка допоможе користувачам доцільно розподіляти свій час для завдань з використанням мобільних застосунків тайм-менеджменту та аналітичних алгоритмів.

На основі цього були сформовані завдання для дослідження такі, як проведення аналізу існуючих аналогів серед мобільних застосунків, проведення аналізу існуючих алгоритмів для покращення тайм менеджменту, опис програмної реалізації застосунку, розробка застосунку та проведення тестування застосунку.

Для розуміння основних можливостей застосунку, було створено наступну діаграму прецедентів (рис. 1).

Основні можливості виключно описані в прецедентах. Але ключовим елементом є «Розподілення часу для справ». Саме для реалізації даної дії необхідно додати реалізацію аналітичних алгоритмів в проект.

Наступним кроком є, вибір даних на основі яких буде будуватися даний алгоритм і за яким принципом слід аналізувати ці дані. Вибір проводився серед наступних п'яти алгоритмів.

Алгоритм прогнозування обсягу роботи полягає в аналізі минулих даних про обсяг роботи та тривалості виконання завдань і прогнозуванні часу, необхідного для виконання

подібних завдань у майбутньому. Це допомагає управлінцям краще планувати ресурси та розподіляти завдання серед працівників.

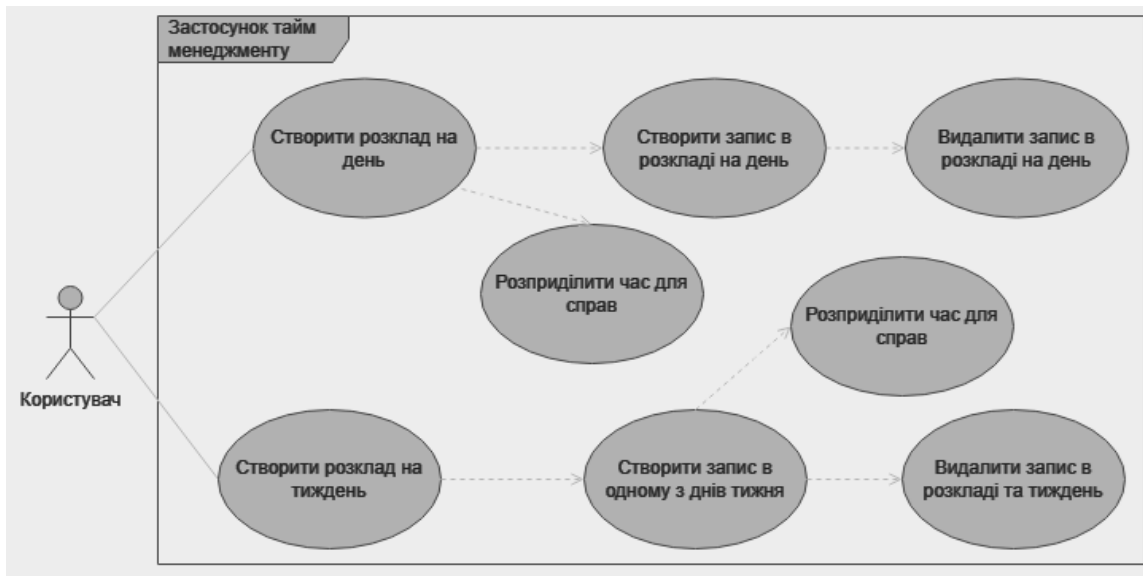


Рисунок 1 – Діаграма прецедентів застосунку для тайм менеджменту

Алгоритм виявлення паттернів у робочому часі, полягає в аналізі даних про робочий час працівників, на основі цього знаходяться паттерни та тенденції, наприклад, часи найбільшої активності, перерви між робочими періодами та інші особливості.

За допомогою алгоритму персоналізованого планування робочого дня можна адаптувати розклад робочого дня для кожного працівника на основі його індивідуальних звичок, продуктивності та ефективності.

Побудова алгоритму виявлення проблемних сфер, може допомогти виявити проблемні сфери, де працівники витрачають надмірно багато часу або де виникають затримки.

В свою чергу, алгоритм оптимізації робочих процесів, націлений на виявлення ефективних та неефективних аспектів робочих процесів та пропонуванні шляхів для їх оптимізації.

Найбільш реалістичним і доцільним, є алгоритм прогнозування обсягу роботи. Оскільки він буде базуватися на раніше складених розкладах. Перевага даного алгоритму в його постійному вдосконаленні. Тобто, чим більше користувач створюватиме все нових розкладів тим точніше алгоритм в подальшому зможе розподіляти час для завдань. Звичайно не обійдеться і без недоліків, адже для даного алгоритму буде необхідно, щоб назви задач частково повторювалися, для його коректної роботи.

Отже, при використанні даного застосунку користувачі отримають можливість ефективного управління своїм часом та завданнями, що дозволить їм з більшою продуктивністю виконувати робочі та особисті задачі, зменшуючи стрес та покращуючи загальний рівень працездатності. Дана система може бути корисною для різних сфер діяльності, включаючи бізнес, освіту, наукові дослідження, медицину та інші. Вона може бути використана як самостійний інструмент для приватних користувачів або як частина корпоративної інфраструктури для підвищення продуктивності персоналу.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Закусило Т.М., Месюра В.І. Планування подій з використанням цільової форми організація тайм-менеджменту. *НаукПраці ВНТУ*. 2020. № 4. С. 1-2.
2. Буняк Н.М. Тайм-менеджмент як інструмент підвищення ефективності діяльності підприємства. *Економіка і суспільство*. 2018. № 14. С. 279.
3. Ефективно керуємо часом: корисні додатки для тайм-менеджменту. URL: <https://znogrant.com.ua/korysni-dodatky-dlya-tajm-menedzhmentu/> (дата звернення 25.03.2024).

СЕКЦІЯ
«СИСТЕМИ
ВІДОБРАЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ
І КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВІДОБРАЖЕННЯ ТРИВИМІРНИХ ДАНИХ

У світі постійно зростає попит на нові методи візуалізації та інтерактивної взаємодії людини-оператора з графічними об'єктами, які можуть бути інтерфейсом виконавчих пристроїв. Існує потреба у розвитку та вдосконалення засобів відображення об'єктів у тривимірному просторі. Візуалізація даних може дозволити побачити закономірності, які не завжди очевидні при роботі з текстовими, числовими, або двовірними графічними (схеми, графіки, діаграми) даними. Тривимірна візуалізація може допомогти краще уявити складні об'єкти та процеси.

Більшість сучасних пристроїв візуалізації мають двовірну природу, що обмежує їх можливості відображення тривимірної інформації, адже вони можуть відображати лише двовірні проекції тривимірних об'єктів. Існує ряд розробок для вирішення цієї проблеми, проте вони мають значні недоліки.

Одним з підходів до вирішення проблеми відображення тривимірних об'єктів є стереоскопія, проте стереоскопічне зображення лише створює ілюзію тривимірного зображення за рахунок бінокулярного зору людини. При перегляді такого зображення під іншим кутом ефект глибини зникає.

Іншим поширеним підходом є голографія. Голографічне зображення відображає об'ємне зображення незалежно від куту зору. Наприклад, існує метод побудови голограми за допомогою фемтосекундного лазера, який змушує світитися матерію у точці фокусу [1]. Проте такий спосіб вимагає дорогого обладнання та створює голограми дуже маленького розміру (1 см^3).

Пропонується розробка прототипу тривимірного дисплею та дослідження можливостей його застосування. Пристрій повинен відображати будь-який колір на кожному тривимірному пікселі незалежно. Для керування прототипом розроблено мобільний застосунок. Комунікація між мобільним пристроєм та прототипом відбувається за допомогою бездротової технології Bluetooth LE.

За основу пристрою візуалізації тривимірних даних було вирішено взяти ідею тривимірного масиву зі світлодіодів, які формують куб розміром $8\times 8\times 8$ точок, з можливістю індивідуального керування кожним світлодіодом.

Основою апаратної частини було вирішено взяти електронну платформу Arduino Nano на базі мікроконтролера Atmel ATmega328P, який містить 32КБ флеш-пам'яті та 2КБ ОЗП та працює на частоті 16МГц.

Для керування за допомогою Bluetooth було обрано готовий модуль JDY-33. Цей модуль виконує обмін даними з мікроконтролером за протоколом UART на швидкості 115200 бод, який апаратно підтримується обраним мікроконтролером.

У якості пікселів дисплею було вирішено використовувати адресні світлодіоди YF923-F5 (рис. 1) [2]. Ці світлодіоди мають в одному корпусі три світлодіоди червоного, зеленого та синього кольорів. Також у корпус адресного світлодіода вбудовано мікросхему драйвер для керування яскравістю кожного з кольорових каналів, що дозволяє отримати будь-який колір.

Керування таким світлодіодом відбувається за допомогою цифрового сигналу з мікроконтролера. Сигнал посиляється на один з виводів світлодіода пакетами по 3 байти – по одному на кожний колір. При отриманні більше одного пакету даних драйвер адресного світлодіода перший пакет використовує для задання кольору, а усі інші передає на інший вивід адресного світлодіода. Така поведінка дозволяє об'єднувати декілька адресних світлодіодів у каскади та керувати кожним з них індивідуально за допомогою лише одного виводу мікроконтролера.

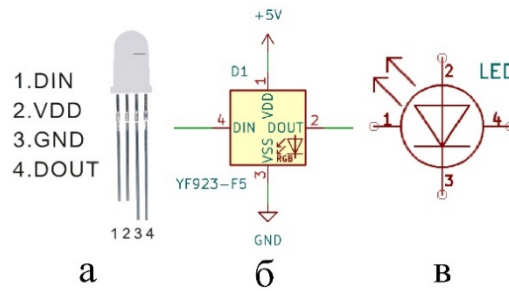


Рисунок 1 – Адресний світлодіод:

а – зовнішній вигляд; б – типова схема підключення адресного світлодіоду;
в – схематичне позначення адресного світлодіоду

Розроблений пристрій складається з восьми просторових шарів світлодіодів, розташованих один над одним. Кожен такий шар складається з 64 адресних світлодіодів з'єднаних послідовно у сітку 8×8. Схема одного такого шару наведено на рисунку нижче:

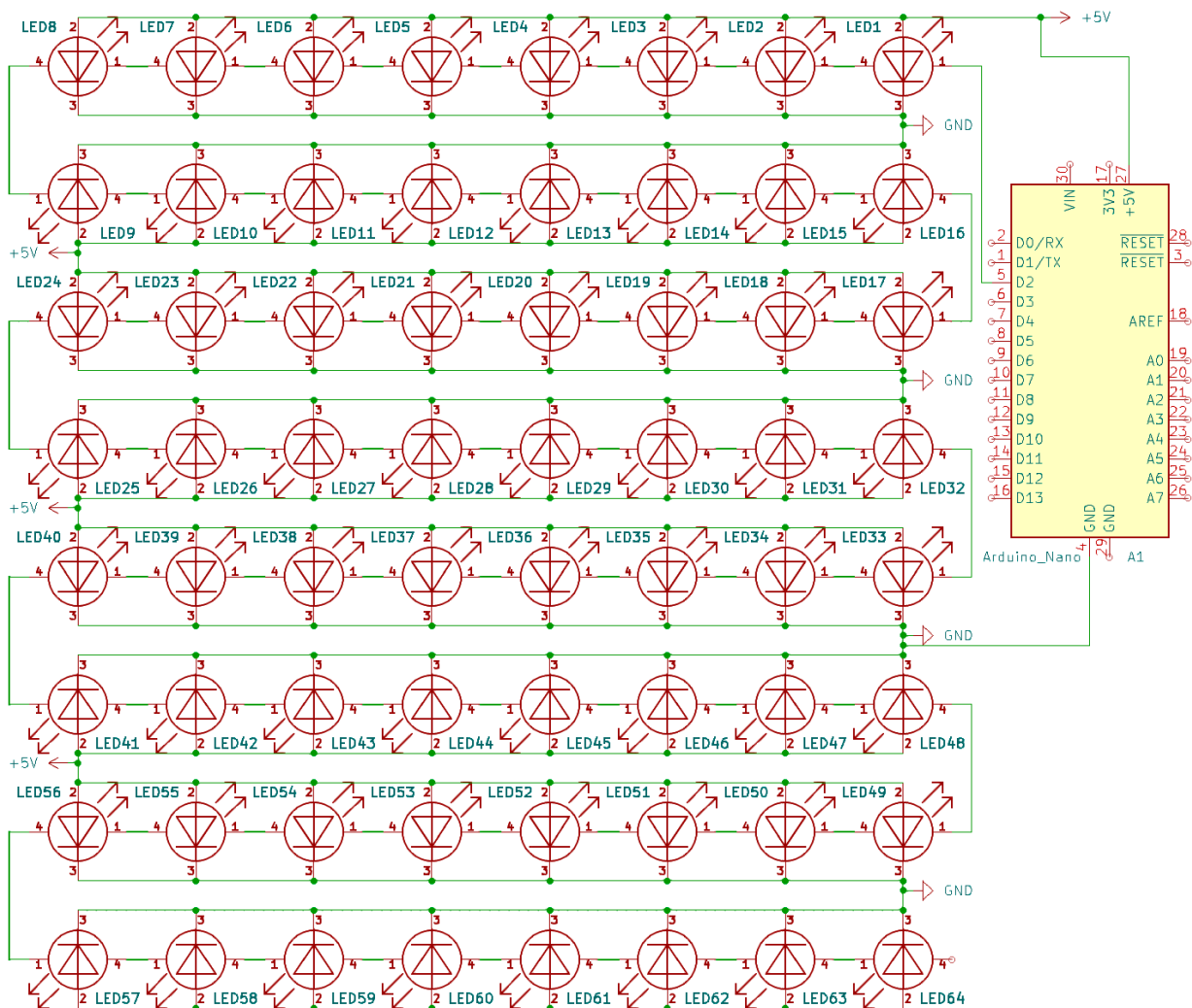


Рисунок 2 – Схема підключення світлодіодів у одному шарі

Для зручності збирання пристрою було розроблено друковану плату, на якій розташовані усі необхідні компоненти для керування світлодіодами. Усі шари закріплені на вертикально розташованих колонах, які підтримують форму пристрою, а також виконують роль провідників для підключення живлення світлодіодів.

Для мікроконтролера було розроблено програмне забезпечення (ПЗ) мовою програмування C++ для керування світлодіодами та отримання даних з Bluetooth-модуля. Для зберігання буферу кольорів кожного світлодіода необхідно 1,5 КБ – це занадто багато при обмеженні мікроконтролера у 2 КБ ОЗП. Для вирішення цієї проблеми зберігання кольору відбувається у одному байті: перші два біти кодують значення червоного кольору, зелений та синій кодуються трьома бітами.

Для демонстрації можливостей у пристрій задовано декілька візуальних демонстраційних ефектів та класична гра «Змійка». На рисунку 3 наведено демонстрацію ефекту «Хвиля», який виводить анімацію хвилі заданого кольору.

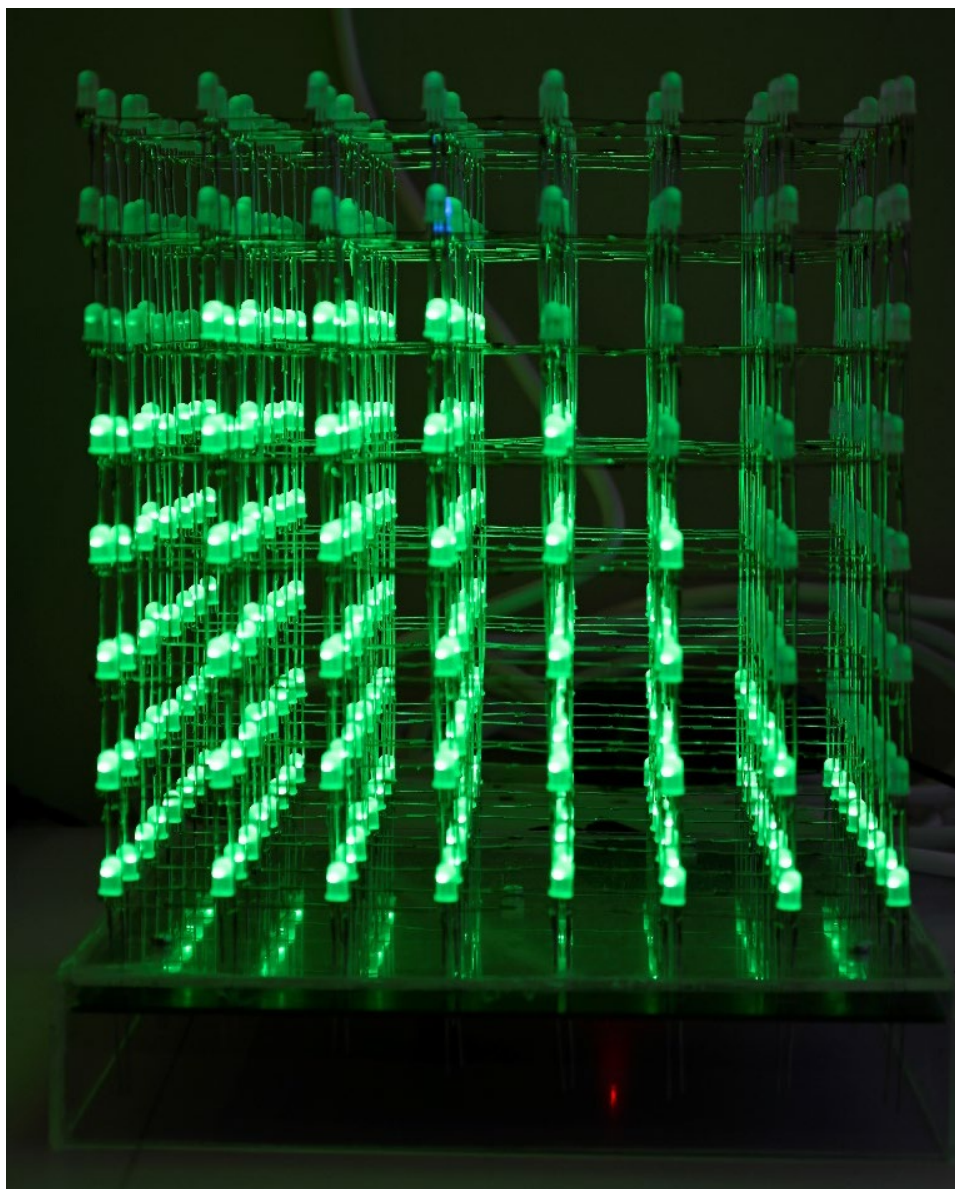


Рисунок 3 – Ефект «Хвиля»

Перемикання режимів роботи та керування пристроєм відбувається з мобільного пристрою смартфона або планшета. Мобільний застосунок написано мовою програмування Java для операційної системи Android. Застосунок відображає статус підключення до пристрою та має необхідний інтерфейс для перемикання демонстраційних ефектів.

Наразі, мобільний застосунок дозволяє керувати демонстраційними ефектами та можливість ручного завдання кольору кожного окремого пікселя. У майбутньому можливо додати у застосунок функціонал для відображення інформації професійного спрямування без

внесення змін у ПЗ пристрою. Також передбачено можливість розвитку самого пристрою завдяки додаванню різноманітних датчиків.

Розроблений прототип демонструє можливість виведення тривимірної графіки у дійсно тривимірному просторі. Проте пристрій через низьку роздільну здатність, адже світлодіоди та мають кінцеві розміри – габарити. Також пристрій має багато простору між світлодіодами через необхідність залишити достатньо простору для ручного з'єднання компонентів. З цих причин практичне застосування цього дисплею значно обмежено.

Для практичної реалізації тривимірного дисплею високої роздільної здатності можна використовувати багато звичайних двовимірних дисплеїв один над одним. Для забезпечення можливості відображати пікселі одночасно як на передній, так і на задній грані можливо використовувати прозорі дисплеї. На сьогодні вже існують технології виготовлення двовимірних прозорих дисплеїв.

Тривимірні дисплеї можуть використовуватись у широкому спектрі сценаріїв:

1. Медицина: тривимірні дисплеї можуть використовуватися хірургами для планування операцій та візуалізації анатомії пацієнта;
2. Інженерія: інженери можуть використовувати тривимірні дисплеї для проектування нових продуктів;
3. Освіта: використання тривимірного зображення дозволяє створювати інтерактивні симуляції природних явищ та створення тривимірних моделей хімічних молекул, тощо;
4. Розваги: можливе використання тривимірної візуалізації для створення більш захоплюючого досвіду ігор. На даний момент вже реалізоване використання дисплею як декоративного освітлювального пристрою.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Y. Ochiai та ін. Fairy Lights in Femtoseconds. 2015. URL: <https://digitalnature.slis.tsukuba.ac.jp/2015/06/fairy-lights-in-femtoseconds/> (дата звернення 21.03.2024).
2. YF923-F5-F8 Specifications. URL: https://cdn.sparkfun.com/assets/a/b/1/e/1/DS-12877-LED_-_RGB_Addressable_PTH_8mm_Diffused_5_Pack_.pdf (дата звернення 21.03.2024).
3. Banzі M. Getting started with Arduino. 2014. 245 с.
4. R. Davidson та ін. Getting Started with Bluetooth Low Energy: Tools and Techniques for Low-Power Networking. O'Reilly Media, 2014. 180 с.

ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ В БАНКІВСЬКИХ МЕРЕЖАХ

Поява сучасних пристроїв видачі грошей (банкоматів) і використання електронних грошових коштів призвело до виникнення «електронних» шахраїв, які шляхом використання вірусів для банкоматів знімають великі суми грошей з чужих банківських рахунків. Зокрема вірус Trojan.Skimer вражає встановлену на банкоматах операційну систему і дозволяє за допомогою спеціальної картки зняти з зараженого банкомата всю наявну готівку і роздрукувати на чеку інформацію про останні проведені через банкомат транзакції, включаючи номери і рін-коди кредитних карт [1]. Постраждали від дії Trojan.Skimer користувачі кредитних карт не зможуть розраховувати на компенсацію своїх коштів: транзакція, яка проводилася з введенням рін-коду, оскарженню не підлягає. Віруси для банкоматів з'являлися і раніше, але їх дія зводилася до зависання банкоматів, а вірус Trojan.Skimer може привести до серйозних фінансових втрат. Випадки зараження в Україні банкоматів виробництва компанії Diebold становлять 30% від діючих банкоматів [1-3].

В теперішній час проблеми захисту інформації в банківських мережах дуже актуальні, кількість випадків несанкціонованого зняття коштів з рахунків клієнтів банку не зменшується. Шахраї використовують різні методи зняття грошей: підглядають рін-коди кредитних карт, використовують накладні панелі на клавіатурі банкоматів, використовують віруси для банкоматів з метою зняття грошових коштів з чужих банківських рахунків.

Загальна постановка задачі пов'язана із застосуванням криптографічних ключів для захисту від банківських вірусів. Питаннями захисту інформації займалися вчені: Горчинський Ю.М., Степанов В.К., Грушко О.О., Щербакова А.Ю., Бабаш А.В., Шанкін Г.П. та інші. В даний час проблема захисту інформації не втратила своєї актуальності.

Для захисту від виявленого вірусу пропонуються різні методи. Зокрема, доцільно використовувати алгоритми шифрування ключів DES і RSA [4, 5].

DES (Data Encryption Standard) - симетричний алгоритм шифрування, в якому один ключ використовується як для шифрування, так і для розшифрування даних.

RSA (літерна аббревіатура від прізвищ Rivest, Shamir і Adleman) - криптографічний алгоритм з відкритим ключем.

Розглянемо більш докладно варіанти роботи кожного з цих ключів.

Щоб збільшувати криптостійкість DES є кілька варіантів [5]: double DES (2DES), triple DES (3DES), DESX, G-DES.

- Методи 2DES і 3DES засновані на DES, але збільшують довжину ключів (2DES - 112 біт, 3DES - 168 біт) і тому збільшують криптостійкість.
- Схема 3DES має вигляд $DES(k_3, DES(k_2, DES(k_1, M)))$, де k_1, k_2, k_3 ключі для кожного шифру DES. Це варіант відомий як в EEE так як три DES операції являюся шифруванням. Існує 3 типи алгоритму 3DES:
- DES-EEE3: шифрується три рази з 3 різними ключами.
- DES-EDE3: 3DES операції шифровка-розшифровка-шифровка з 3 різними ключами.
- DES-EEE2 і DES-EDE2: як і попередні, за винятком того, що перша і третя операції використовують однаковий ключ.
- Метод DESX, створений Рональдом Ривестом, формально продемонстрований Killian і Rogaway. Цей метод - посилений варіант DES, підсилений інструментарієм RSA Security. DESX відрізняється від DES тим, що кожен біт вхідного відкритого тексту DESX логічно підсумовується по модулю 2 з 64 бітами додаткового ключа, а потім шифрується за алгоритмом DES. Кожен біт результату також логічно підсумовується по модулю 2 з іншими 64 бітами ключа. Головною причиною використання DESX є простота в

обчислювальному сенсі спосіб значного підвищення стійкості DES до атак повного перебору ключа [4, 5].

- Метод G-DES розроблений Schaumuller-Bichl для підвищення продуктивності DES на основі збільшення розміром шифрованого блоку. Заявлялося, що G-DES захищений так само як і DES. Однак, Biham і Shamir показали, що G-DES з рекомендованими параметрами легко зламуються, а при будь-яких змінах параметрів, шифр стає ще менш захищений ніж DES.
- Ще інший варіант: DES використовує незалежні субключі. Що відрізняється від алгоритму DES, в якому на основі 56-бітного ключа користувача алгоритм DES отримує шістнадцять 48-бітних субключів для використання в кожному з 16 раундів. В цьому варіанті використовує 768-бітного ключа (розділеного на 16 48-бітових підключей) замість 16 залежних 48-бітних ключів, створюваних по ключовому графіку алгоритму DES. Хоча очевидно, що використання незалежних субключів значно ускладнить повний пошук ключа, але стійкість до атаки диференціальним або лінійним криптоаналізом не набагато перевищить стійкість звичайного DES. За оцінкою Biham для диференціального криптоаналізу DES потрібно підключити 261 обраних відкритих текстів, в той час як для лінійного криптоаналізу потрібно 260 відомих відкритих текстів [5, 6].

Система RSA використовується для захисту програмного забезпечення та в схемах цифрового підпису. Також вона використовується у відкритій системі шифрування PGP та інших системах шифрування (наприклад, DarkCryptTC і формат xdc) в поєднанні з симетричними алгоритмами. Через низьку швидкість шифрування повідомлення зазвичай шифрують за допомогою більш продуктивних симетричних алгоритмів з випадковим ключем (сеансовий ключ), а за допомогою RSA шифрують лише цей ключ. Такий механізм має потенційні уразливості, не зважаючи на необхідність використовувати криптистичний генератор випадкових чисел для формування випадкового сеансового ключа симетричного шифрування і ефективно протистоїть атакам симетричний криптоалгоритм (в даний час широке застосування знаходять AES, IDEA, Serpent, Twofish) [6].

У процесі використання ключів для зв'язку абонентів мережі може, виникнути ситуація, коли ними отримані однакові ключі, на яких шифруються відкриті тексти. Така ситуація є окремим випадком так званого «перекриття ключів».

Практичне застосування теоретичних основ розглянемо на прикладі функціонування банківської мережі «Приватбанку».

Банківська система Приватбанку останні десять років активно розвивалася, і до початку повномасштабного вторгнення на територію України функціонувало більше 3000 філій і відділень, 6935 банкоматів, 52 702 pos-терміналів, 18,5 млн. пластикових карток [7]. Система електронних розрахунків в Приватбанку стала впроваджуватися однією з перших. 98% всіх розрахунків проводяться день в день (реальний час проходження платежу, навіть при старих технічних рішеннях, складає від декількох хвилин до півтори годин). На сьогодні ключовим моментом у побудові системи електронних розрахунків, є використання комп'ютерів A-series фірми Unisys. Приватбанк самостійно веде роботи в напрямку технології клієнт-сервер з використанням в серверній частині СУБД Oracle, а в клієнтській – СУБД Gupta. При цьому застосовуються CASE-засоби обох СУБД. Розгортання нових технологій ведеться на нещодавно придбаному суперсервері фірми Tricord. Проходять обкатку технології документообігу з використанням системи Lotus Notes.

Напрямок діяльності Приватбанку – оперативний і наочний аналіз і управління банківською системою в регіонах. Для вирішення цієї проблеми на базі СУБД Oracle побудовані інформаційні мости, які дозволяють збирати бази даних по електронним розрахункам і за різними показниками діяльності філій банку. Ця інформація дозволяє співробітникам Приватбанку оперативно отримувати довідки і втручатися в діяльність філій.

Вимоги, які пред'являлися до розроблюваної системи, такі:

- використання відкритої мережної архітектури,
- використання технології структурованих кабельних систем;

- забезпечення високої продуктивності;
- забезпечення максимального рівня надійності;
- можливість використання будь-якої технології передачі даних на будь-якій ділянці мережі;
- наявність чіткого плану міграції до АТМ-технології;
- наявність розвинутої системи управління мережею;
- наявність комплексу аналізаторів та експертних систем, які забезпечують безперебійне функціонування мережі і видачу рекомендацій щодо усунення виникаючих несправностей системи.

В результаті при реалізації проекту були використані єдина структурована кабельна мережа для передачі даних і телефонії з довічною гарантією на її компоненти; комутовані і не комутовані лінії Ethernet і FDDI; технології дублювання зв'язків (resilient links) і дубльованих підключень серверів; системи дублювання живлення, аж до живлення найпростіших концентраторів, що забезпечують безперебійну роботу системи навіть в аварійних умовах.

Завдання аналізу та моніторингу мережі здійснюються за допомогою обладнання сімейства Sniffer Expert Analyzer компанії Network General, яке здатне безперервно переглядати мережу, виявивши більше 200 випадків некоректного функціонування, узагальнених компанією за більш ніж десятирічну історію, і давати рекомендації по їх усуненню. Для керування усіма активними пристроями мережі використовуються інтегрована система мережевого адміністрування на базі продуктів SunNet Manager компанії SunSoft і Transcend Enterprise Manager for UNIX компанії 3Com.

Захист інформації реалізований за допомогою архітектури LSA (LAN Security Architecture) компанії 3Com. Режим Disconnect unauthorized device забороняє підключення невідомих пристроїв і несанкціоноване переміщення пристроїв. Фактором, що підвищує інформаційну безпеку, є можливість побудови віртуальних локальних мереж (VLAN), яка використовує пристрої LANplex 2500 і LANplex 6000.

В умовах підвищених вимог до надійності, безпеки і швидкості передачі даних в банківських корпоративних мережах використовується найсучасніше телекомунікаційне обладнання та передові технології.

Сучасне телекомунікаційне обладнання, будучи багатофункціональним і "прозорим" використовує всі переваги базових протоколів.

В результаті проведеної роботи були намічені напрями покращення таких параметрів мережевої структури Приватбанку, як пропускна спроможність мережі, її захищеність і гнучкість, можливість вільного нарощування мережі.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Dr.Web.2003-2024. URL <http://www.drweb.com/>
2. Демьянишин В. Первый «троян» для банкоматов. *Компьютер*. Киев, 2009, № 3-4, с.9.
3. Бабаш А.В., Шанкин Г.П. Криптография. Под редакцией В.П. Шерстюка, Э.А. Применко
4. Венбо Мао. Современная криптография: теория и практика. Modern Cryptography: Theory and Practice. М.: Вильямс, 2005. 768 с.
5. Нильс Фергюсон, Брюс Шнайдер. Практическая криптография. Practical Cryptography: Designing and Implementing Secure Cryptographic Systems. М.: «Диалектика», 2004. 432 с.
6. Шнайдер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си. Applied Cryptography. Protocols, Algorithms and Source Code in C. М.: Триумф, 2002. 816 с.
7. Урядовий кур'єр № 95 від 30 травня 2009 року.

ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА КОСМІЧНИХ МІСІЙ: ПЕРСПЕКТИВИ СТЕГАНОГРАФІЇ

Коли мова йде про космічну галузь, необхідно підіймати питання інформаційної безпеки, оскільки інформація, що передається між ракетами (супутниками) і станціями контролю, може підпадати під категорію вкрай чутливої, як і інформація, що зберігається на станціях контролю. Це може бути стратегічно важлива інформація, космічні дослідницькі дані компанії, приватна державнорівнева комунікація, що проводиться через сателіт, приватні дані команди космонавтів, тощо.

Хоча порушення інформаційної безпеки під час космічних місій не привертають стільки уваги громадськості, як кіберінциденти на Землі, кілька відомих інцидентів слугують пересторогою. Одним з таких прикладів є кібератака 2008 року на Лабораторію реактивного руху NASA (JPL), коли хакери отримали несанкціонований доступ до конфіденційних даних, пов'язаних з місією марсохода. Злом виявив вразливості в мережевій інфраструктурі JPL і підкреслив важливість надійних заходів кібербезпеки для захисту критично важливої для місії інформації. Також за інформацією тієї ж NASA про кібератаки 2010-2011 років легко бачити, що атакуючий отримував перевагу зазвичай при зберіганні інформації, і не 'brute force' методами, а за рахунок фішингу, отримання фізичного доступу до пристрою або інші. [1]. Ці інциденти і їх частота підкреслюють постійну загрозу, яку становлять кібернетичні супротивники для зусиль з дослідження космосу, і необхідність проактивних заходів безпеки для зменшення ризиків.

В передачі інформації зазвичай з більшістю цілей: автентифікація, перевірка цілісності інформації і шифрування, а також потенційних проблем, таких як спуфінг, джеммінг, перехоплення сигналу або цілеспрямовані атаки на наземні станції контролю, впоруються прямолінійні протоколи захисту – такі як CFDP, телеметрійний CCSDS, AX.25, TLS, тощо. Однак, як зазначено вище, проблема в успішних атаках часто виникала саме з-за неавторизованого доступу до інформації вже в базі даних, зсередини. На етапі передачі принаймні можна сказати, що дані відносно захищені, або ми з цим нічого не можемо поробити.

Але з кожним днем технології розвиваються, і у злочинців може з'явитися більше методів і доступних ресурсів для здійснення потенційних дистанційних атак. У існуючих протоколів також можуть виявити недоліки згодом.

Окрім того, не варто забувати про внутрішню небезпеку: що супротивник теоретично може проникнути на станцію контролю як фізично, силовими методами, так і в якості умовного шпигуна. І, звичайно, як показує досвід багатьох дослідницьких космос центрів, за бажання супротивник теоретично може знайти слабкі місця, будь то погана система захисту чи один необережний співробітник. Коли інформація під питанням настільки чутлива, що ми не можемо ризикувати цією малою, але ймовірністю, то в хід вступає стеганографія, яка має запропонувати додатковий рівень захисту чутливої інформації.

В цілому, ідея класичного стеганографічного методу, полягає в тому, щоб заховати чутливу інформації в не привертаючому уваги контейнері з мінімальними його змінами, забезпечуючи можливість правдоподібного заперечення – тобто можливість видавати свої цілеспрямовані дії за цілковито випадкові. Метод можна використовувати як на етапі передачі інформації, так і в зберіганні.

В якості стеганоконтейнера можна використовувати будь-який тип інформації, переважно аналогової природи, який не буде викликати підозри про знаходження додаткової інформації всередині, або який буде важко аналізувати на зміни. Кодер за допомоги ключа (e.g. функція обрання біту) заповнює стеганоконтейнер даними (див.рис.1).



Рисунок 1 – Модель стеганосистеми

Дані перед потраплянням в кодер будуть конвертуватись в бінарний вигляд. Чим лаконічніше і випадковіше виглядає інформація, тим ефективніше метод – тобто до застосування стеганографії, необхідно також поквапитись про компресію і шифрування. Але й треба мати на увазі, що початкові дані мають займати в бінарному вигляді якомога менше. Зі збільшенням обсягу даних, необхідно збільшувати і обсяг контейнеру, а великий контейнер може сам по собі викликати більше підозр і бути коштовнішим в передачі.

Таким чином, ми можемо використовувати стеганографічний метод задля підтвердження цілісності інформації, запобігання підробки даних і подібного (використовуючи в якості прихованих даних умовний «header» пакету. Це буде дечого межувати з вотермарками – іншим кейсом застосування стеганографії). Але також ми можемо, в випадку короткої, лаконічної інформації високої чутливості, заховувати безпосередньо її саму. Ідеальною для цього інформацією є та, яка сама по собі може виглядати як випадковий набір символів, наприклад, послідовність цифр. Оскільки мова йде про інформацію високої чутливості, то, звісно, найкращим варіантом буде ховати її повністю.

Стеганографічним каналом же є метод передачі від надсилача отримувачу: соціальна мережа, пакет, радіосигнал, фізична транзакція, тощо. Оскільки ми говоримо про використання методу не лише для обміну інформацією, а й для зберігання, то стеганографічним каналом також може виступати база даних, де зберігається заповнений контейнер, до того як конкретний авторизований дослідник (отримувач) вирішить її декодувати. Тобто це шлях контейнеру до фінального отримувача, безпеку якого ми не можемо гарантувати, і на якому ми, власне, і захищаємо інформацію.

В контексті нашої проблеми, пропонується як контейнер “не-підозрілої” інформації використовувати інформацію середньої чутливості, за стратегією “пожертвувати сливою, щоб врятувати персик”. Таким чином ми використовуємо секретну інформацію середньої чутливості, щоб відвести підозру про наявність всередині інформації високої чутливості.

Для витягнення чутливої інформації після отримання контейнеру пропонується проводити на рівні протоколу, в ідеальному випадку, три додаткові автентифікації: автентифікацію пристрою, особи і намірів. Вони мають забезпечити створення вищого кола доступу персоналу до інформації. Окрім очевидних елементів ієрархії (явно розділені права доступу до окремих пристроїв і елементів бази даних), також секретний протокол, відомий лише обмеженому колу, що включає в себе знання про наявність секретної інформації в конкретному контейнері, а також обладнання ключами для дешифрування (але не усіма). Під

автентифікацією намірів же мається на увазі необов'язковий додатковий етап, що дасть можливість для вищих інстанцій, що контролює канал передачі інформації (поза станцією зберігання інформації, яка може бути атакована зловмисником, або з боку надсилача) в випадку підозрілих дій вищого кола (e.g. повторний доступ до інформації через підозрілий проміжок часу) відхилити доступ і захистити дані. Але для цього знадобиться додаткова мережева комунікація, яку теж необхідно буде добре захистити таким чином, щоб вона не викликала підозри і не могла бути підроблена. Користь автентифікації в поєднанні з стеганографічним методом зображено на рис.2.

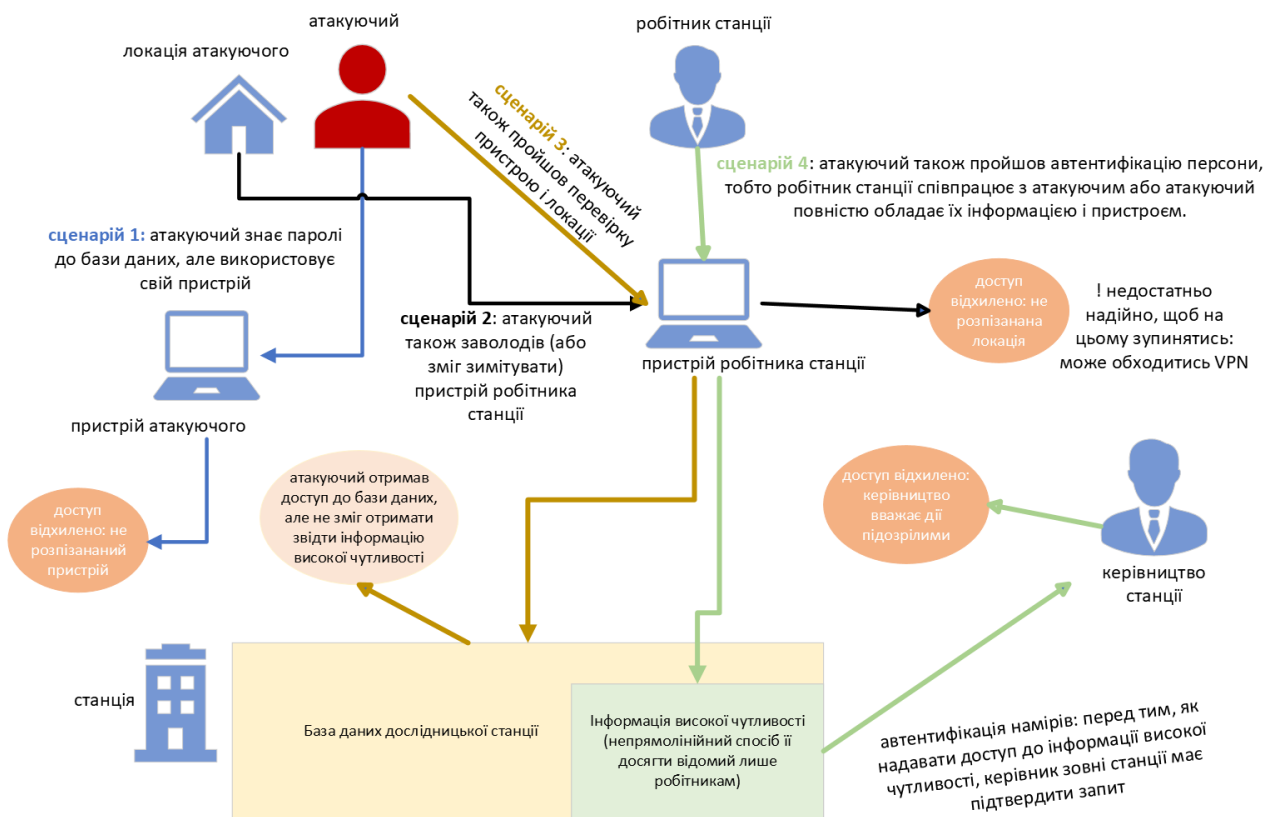


Рисунок 2 – Захист новими шарами автентифікації в різних сценаріях

Але насправді, якщо зазирнути в потенційно вже не таке й далеке майбутнє, то можна зазначити набагато більший потенціал використання методу. Сучасні досягнення в розвитку моделей штучного інтелекту по сутності можуть дозволити нам автоматизувати шифрування за допомогою безшумного методу стеганографії (тобто, не залишаючи жодних слідів на контейнері). Якщо з часом їх праця буде оптимізована настільки, що супутник (або станція контролю) зможе консистентно обладати власним сервером з штучним інтелектом на базі gpt4 чи краще (ентрепризні моделі, створені унікально для цієї мети, натреновані на іншій, закритій базі, результати яких важкіше передбачити), то можна легко уявити собі наступний pipeline:

Мовна модель використовує, наприклад, лінгвістичний метод безшумного шифрування. З цим повертаємось до підходу, викладеному вище, модель має автоматизовано генерувати текст без лінгвістичних недоліків, в якому натуральним чином буде викладатись інформація середньої безпеки. Вона має слідувати або скласти і передати іншим методом функцію дешифрування інформації високої чутливості, яка захована всередині. Таким чином, стеганоконтейнер генерується автоматично, щоб одразу мати всередині секретне повідомлення. [2]

В такому випадку, теоретично, можна буде видати будь-яку інформацію за будь-яку іншу, не залишаючи про це видимих людському оку чи придатних до аналізу слідів. Складний алгоритм знаходження початкової інформації, в поєднанні з неможивістю отримати підтвердження, чи знайдена інформація була складена випадковими діями, зроблять неможливим для атакуючого бути впевненим, що знайдена інформація взагалі є правдивою.

Звичайно, цей метод необхідно використовувати лише якщо втрати в випадку викриття інформації більші, ніж затрати на використання методу, а також якщо інформація варта того, щоб заховувати її таким методом. Оскільки в випадку, якщо використання методу все ж буде викрите, буде так само неможливо довести, що не існує більшої кількості захованої інформації у тому ж самому або інших контейнерах. Це може послугувати провокацією для атакуючого.

За підсумком, стеганографія, хоч і актуально нечасто використовується у зв'язку з космічними технологіями, має великий потенціал в посиленні захисту інформації високої чутливості.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Security Week Network: articles. URL: <https://www.securityweek.com/nasa-inspector-general-said-hackers-had-full-functional-control-over-nasa-networks/> (дата звернення 15.03.24)
2. Abdelrahman Desoky. Noiseless Steganography. Boca Raton: CRC press, 2012.
3. Microsoft Security, What is an authentication? URL: <https://www.microsoft.com/en-us/security/business/security-101/what-is-authentication> (дата звернення: 18.03.24)

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗРОБКИ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР

У сучасному світі комп'ютерні ігри становлять невід'ємну частину життя. Роль ігор зростає не лише як засіб розваг та спосіб забезпечення дозвілля, але й як інструмент навчання [1].

Дослідження показують, що з кожним днем попит на подібний програмний продукт все більше зростає. Для розробників це є дуже прибутковий бізнес, бо користувачами є не лише діти, а й доросле населення. Також комп'ютерні ігри використовують як новий спосіб підготовки фахівців у різних сферах діяльності.

Розглянемо один з прикладів, такий як Minecraft. Minecraft - одна з найуспішніших комп'ютерних ігор в історії, яка поступається лише Tetris. Станом на 2023 рік її загальний обсяг продажів по всьому світу перевищив 300 мільйони копій, а число гравців – 179 мільйонів. Щоб боротися з залежністю дітей від гри або хоча б повернути її в корисне русло, компанія Microsoft створила освітню версію гри. Наразі є багато країн, які взяли цю гру в частину освітнього процесу [2].

У школах Швеції Minecraft є обов'язковою частиною програми з 2013 року. В Австралії гру використовують на уроках природознавства, у США – для вивчення історії. А в Північній Ірландії гравельну платформу встановили не лише всі середні школи, а й бібліотеки.

Britannica School – перша школа, що взяла Minecraft в свою систему освіти в Україні [3].

Проводиться багато досліджень, що показують вплив ігор на мозок або розвиток людини та як ігри можуть допомогти справлятися з емоційним станом у важкі для людини часи.

Результати подібного дослідження представлено у журналі The Mit Press Reader. Авторка статті «Як ігри рухають нас» (How games move us) Кетрін Ісбістер проводить аналогію геймерів з музикантами, спортсменами та програмістами [1]. Введено такий термін як Потік (FLOW) та виокремлено 8 факторів, що визначають стан людини, який притаманний не лише геймерам, а і іншим людям:

- складна діяльність, що вимагає майстерності;
- об'єднання дій та обізнаності;
- чіткі цілі;
- прямий, негайний зворотний зв'язок;
- концентрація на заданому завданні;
- почуття контролю;
- втрата самосвідомості;
- змінене відчуття часу.

Ігри мають як позитивний вплив на людину так і негативний [2]. Не потрібно забувати про можливу залежність, що може змінити життя. Досліджень, що доводять негативний вплив ігор на людину набагато більше ніж тих, що показують позитивний вплив.

Дітям психологи не радять зловживати комп'ютерними іграми, так як це впливає на їх емоційний стан. Дитина стає нервовою, іноді жорстокою. Якщо привчати з дитинства людину до того, що жорстокість - це добре, вона не зможе розрізняти границі реального світу, не може дотримуватися загальноприйнятих правил.

На дорослих людей комп'ютерні ігри також мають вплив. Ігри змушують боротися, ігри – це азарт. Кожна комп'ютерна гра може чомусь навчити: стратегії, логіці, розмірковувати і робити висновки, прагнути до чогось. Проте людина, яка зловживає комп'ютерними іграми, може забути про реальне життя. Це залежність, така ж, як алкоголь, куріння, наркотики, азартні ігри тощо.

При розробці проекту комп'ютерної гри важливим параметром, що потрібно враховувати є жанр. Жанр відеогри використовується для класифікації відеоігор відповідно до інтерактивних ігрових дій гравця. Жанр відеогри не залежить від сценарію або змісту уявного ігрового світу, на відміну від творів літератури чи кіномистецтва. Єдиної класифікації жанрів відеоігор не існує, тому в різних джерелах одну й ту саму відеогру можуть відносити до різних. Також можливі змішування жанрів, коли гру неможливо віднести до одного жанру.

Попри це, розробники відеоігор послуговуються усталеними поняттями про різновиди відеоігор (не завжди жанрові), що дозволяє у анонсах при розробці та у рекламно-маркетингових кампаніях повідомити гравцям суть гри.

Ігри можна поділити на такі основні жанри :

1. Екшн. В іграх такого жанру необхідно використовувати рефлекс та швидкість реакції для подолання ігрових обставин. Це один із базових жанрів і водночас найпоширеніший. Як правило екшн-ігри пов'язані із агресивними діями щодо противників і/або оточення.
2. Стратегія. Сенс стратегічних ігор полягає в плануванні дій та виробленні певної стратегії для досягнення якоїсь конкретної мети, наприклад, перемоги у військовій операції. Гравець керує не одним персонажем, а цілим підрозділом, підприємством чи навіть всесвітом.
3. Рольова гра. Гравець асоціюється з конкретним персонажем або лідером команди, які діють відповідно до правил своїх ролей. Наприклад, лицар не може того, що чарівник, кожна роль має свої особливості, а часом від неї залежить і розвиток сюжету. Мета ігрового процесу полягає у виконанні різноманітних завдань (квестів) для розвитку одного персонажа або групи.
4. Симулятор. В широкому розумінні всі ігри є симуляторами. У вузькому значенні це відеоігри, призначені для складання уявлення про дійсність за допомогою відображення певних реальних явищ та властивостей у віртуальному середовищі.
5. Пригоди. В пригодницьких відеоіграх гравець керує ігровим персонажем, який рухається по сюжету та виконує зумовлені сценарієм завдання, покладаючись на свою уважність та логіку, здійснює пошуки підказок і вирішує загадки.

Згідно опитувань, проведених у США Entertainment Software Association, найпопулярнішими жанрами на гральних консолях були (використовувалася власна класифікація) екшн (28,2 %), шутер (21,7 %), спортивні відеоігри (13,3 %), рольові відеоігри (9,5 %), файтинг (6 %), перегони (5,2 %) та стратегії (4,1 %). Для персональних комп'ютерів це були: стратегії (37,7 %), казуальні (24,8 %) та рольові (20,2 %).

Також важливим етапом при розробці гри є вибір ігрового движка, що може істотно вплинути на підсумковий результат проекту. Існує безліч ігрових движків, але вибрати серед них найкращий чи гірший неможливо. Кожна технологія призначена для вирішення певних завдань. Є движки для розробки 2Д ігор і 3Д ігор. Є безліч доступних движків розробки (конструкторів), в яких є середовище для створення ігор [4]. Конструктор має багато можливостей для усього, що може придумати або уявити розробник. Вибір конкретного движка залежить від специфіки проекту.

Розглянемо найбільш відомі та популярні движки розробки ігор.

Unity — багатоплатформний інструмент для розроблення відеоігор і застосунків, і рушій, на якому вони працюють. Створені за допомогою Unity програми працюють на настільних комп'ютерних системах, мобільних пристроях та гральних консолях у дво- та тривимірній графіці, та на пристроях віртуальної чи доповненої реальності. Застосунки, створені за допомогою Unity, підтримують DirectX та OpenGL. Має такі функціональні можливості

1. Робота з ресурсами. Редактор Unity має інтерфейс, що складається з різних вікон, що можна розташувати на свій розсуд. Завдяки цьому можна проводити налагодження гри чи застосунка прямо в редакторі.
2. Рендеринг. Рендеринг зображення відбувається через віртуальну камеру огляду. В робочій області редактора ігрова сцена може розміщуватися як заочно, а при рендерингу — так, як її видно з камери.

3. Скрипти. Скриптова система ігрового рушія зроблена на Mono — вільному відкритому проєкті з реалізації.
4. Asset Tracking. В Unity включено систему контролю версій для ігрових об'єктів та скриптів під назвою Unity Asset Server. Система використовує PostgreSQL, роботу зі звуком, побудовану на основі бібліотеки FMOD.

Unreal Engine — ігровий рушій, який розробляється та підтримується компанією Epic Games. Перша гра, створена на цьому рушії — Unreal, з'явилася в 1998 році. Відтоді різні версії цього ігрового рушія використали у більш ніж сотні ігор. Написаний мовою програмування C++, рушій дає змогу створювати ігри для більшості операційних систем. Має свою так звану термінологію. Усі елементи ігрового рушія представлені у вигляді об'єктів, що мають набір характеристик і клас, який визначає доступні функції. Так само, будь-який клас є «дочірнім» класом об'єкта.

Серед основних класів і об'єктів можна виділити такі:

1. Актор (actor) — базовий клас, що містить усі об'єкти, які стосуються ігрового процесу й мають просторові координати.
2. Пішак (pawn) — фізична модель гравця або об'єкта, керованого штучним інтелектом. Назва походить від англ. pawn — той, ким маніпулюють (pawn можна перекласти також як пішак, тому такий об'єкт без якої-небудь моделі виглядає, як пішак). Метод керування описаний спеціальним об'єктом, що називається контролером. Контролер штучного інтелекту описує лише загальну поведінку пішака під час ігрового процесу, а такі параметри як «здоров'я» (кількість пошкоджень, після яких пішак перестає функціонувати) або, наприклад, відстань, на якій пішак звертає увагу на звуки, задаються для кожного об'єкта окремо.
3. Світ, рівень (world, game level) — об'єкт, що характеризує загальні властивості «простору», наприклад, силу тяжіння й туман, у якому розташовуються всі актори. Також може містити в собі параметри ігрового процесу, як, наприклад, ігровий режим, для якого призначений рівень.

Ігри, такі як Minecraft, демонструють потенціал у використанні у навчальних цілях, сприяючи розвитку командної роботи, комунікації та проблемного мислення. Однак зловживання іграми може мати негативний ефект, збільшуючи ризик залежності та впливаючи на емоційний стан особи, особливо дітей.

Позитивний вплив ігор полягає в їх здатності створювати відчуття потоку, або "FLOW", розвивати різні навички та навчати рішенням проблем. Проте, для забезпечення здорового балансу важливо уникати занадто великої витрати часу на гру та забезпечувати адекватне співвідношення між грою та реальним життям. Такий підхід дозволяє використовувати позитивний потенціал ігор, зберігаючи при цьому здоровий психічний стан та соціальні взаємодії.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Як відеоігри рухають нас. URL: <https://thereader.mitpress.mit.edu/how-games-move-us/>
2. Як відеоігри впливають на дітей підлітків і дорослих. URL: <https://ukraineyouthdebates.de/2021/11/yak-kompyuterni-igry-vplyvayut-na-ditej-pidlitkiv-ta-doroslyh/>
3. Навчання в школах через ігри. URL: <https://osvitoria.media/ru/experience/minecraft-v-shkole-kak-dety-uchatsya-s-pomoshhyu-populyarnoj-ygry/>
4. Конструктори відеоігор. URL: <https://t1p.de/afpem>

СЕКЦІЯ
«НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ
В ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ
ТА В ГАЛУЗІ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ»

МОДЕЛЮВАННЯ ЗНИЖУВАЛЬНОГО ІМПУЛЬСНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ПОСТІЙНОЇ НАПРУГИ

Реалізація трекера точки максимальної потужності (МРР) в автономній фотоелектричній системі потребує застосування перетворювача постійної напруги, який виконує роль інтерфейса між фотоелектричним генератором та блоком акумуляторних батарей. МРР трекер регулює коефіцієнт заповнення імпульсів перетворювача таким чином, щоб наблизити напругу фотоелектричного генератора до напруги точки максимальної потужності. Найбільш часто використовуваними перетворювачами є нереверсивні знижувальні, підвищувальні та знижувально-підвищувальні імпульсні перетворювачі постійної напруги (Buck, Boost, Buck-Boost converters) через простоту реалізації, низьку вартість та високу ефективність перетворення потужності [1, 2]. Вибір за ефективністю того чи іншого перетворювача здійснюється в залежності від умов експлуатації, які впливатимуть на продуктивність перетворювачів.

Метою даної роботи є моделювання нереверсивного знижувального імпульсного перетворювача постійної напруги та визначення умов, що забезпечують його високі ефективності.

В програмному середовищі Matlab/Simulink розроблено модель знижувального перетворювача постійної напруги (рис. 1). Напруга на вході в перетворювач $U_{in} = 43 \text{ В}$ відповідає напрузі в точці МРР фотоелектричного модуля 1Soltech 1SHT-350-WH і задається за допомогою джерела постійної напруги. Напруга на виході 29,4 В розрахована як кінцева напруга заряду 24 В свинцевої акумуляторної батареї при циклічному режимі заряду.

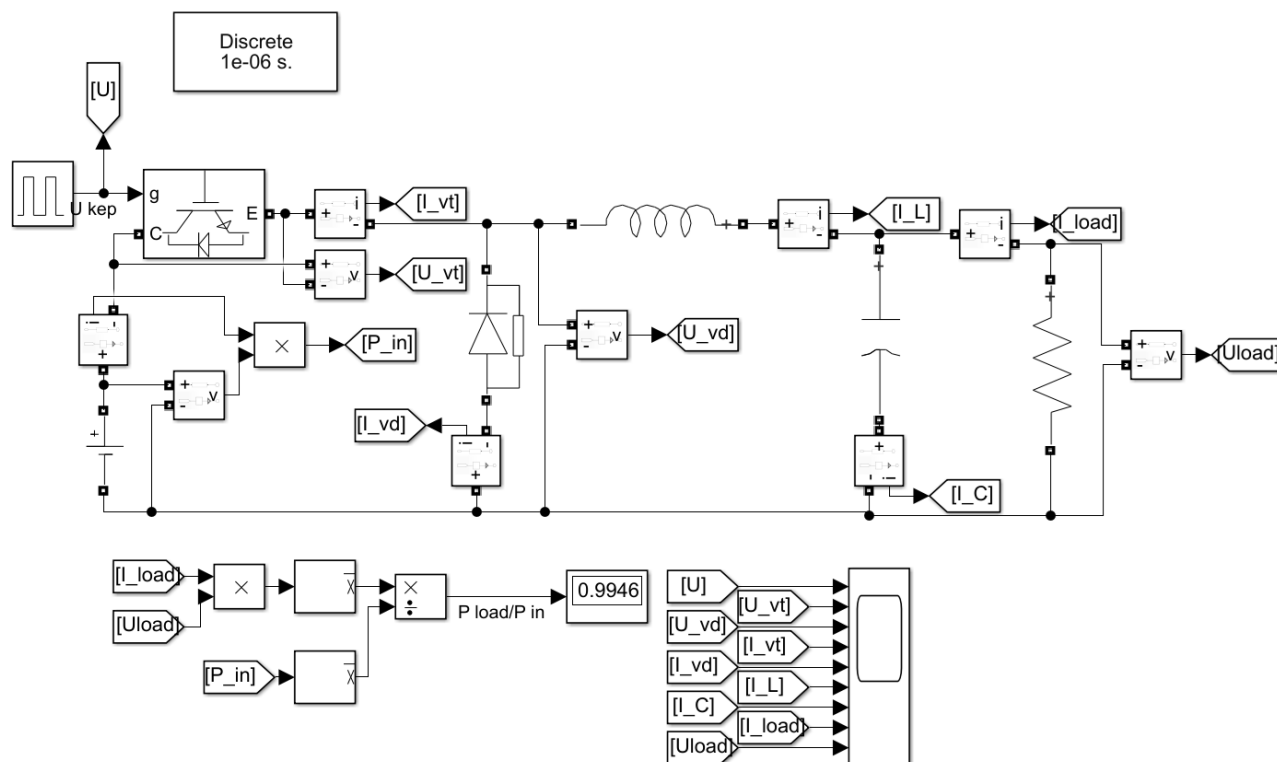


Рисунок 1 – Модель знижувального імпульсного перетворювача постійної напруги

Параметри конденсатора та котушки індуктивності визначено, виходячи з попередньо прийнятих значень пульсацій напруги конденсатора ΔU_C та струму дроселя ΔI_L :

$$L = \frac{U_{in}\gamma(1-\gamma)}{f\Delta I_L}, \quad (1)$$

$$C = \frac{U_{in}\gamma(1-\gamma)}{8Lf^2\Delta U_C}, \quad (2)$$

де γ – коефіцієнт заповнення імпульсів;
 f – частота перемикання ключа транзистора.

Результати моделювання роботи перетворювача представлено на рис. 2.

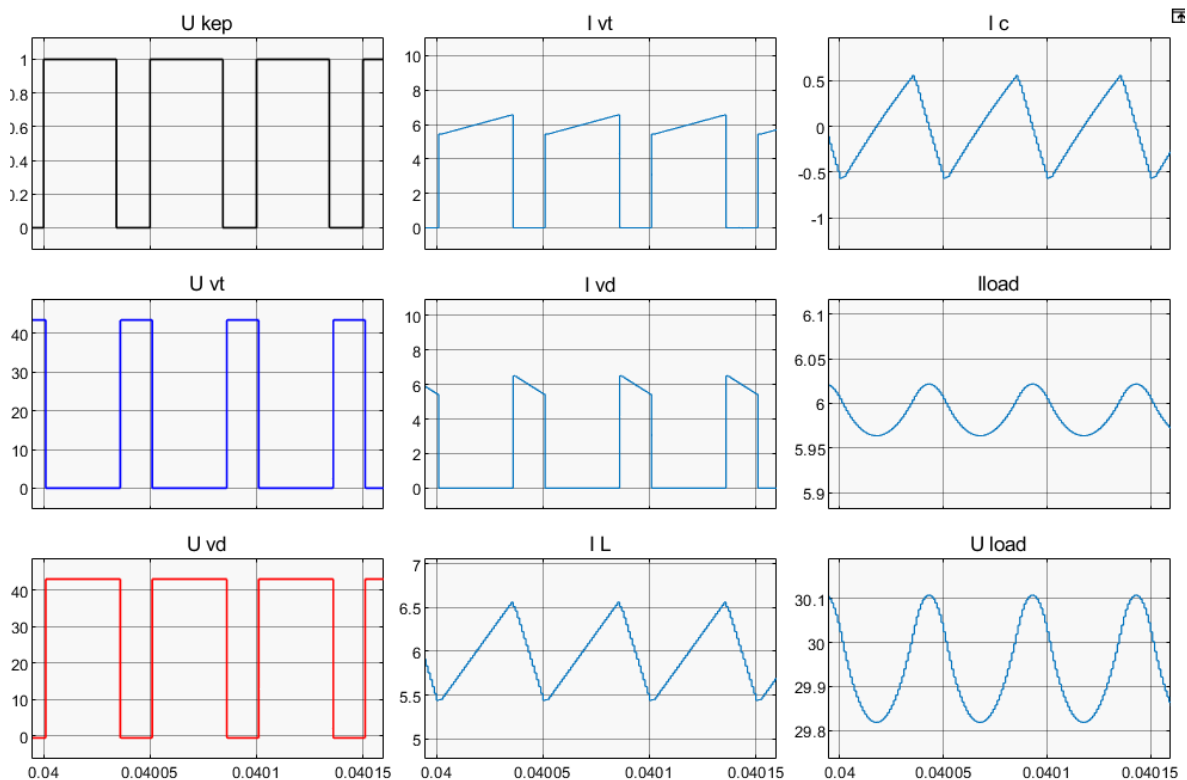


Рисунок 2 – Результати моделювання

При відкритому транзисторі VT джерело живлення U_{in} підключено через дросель до паралельно з'єднаних конденсатора та опору навантаження. Через діод VD струм не тече, оскільки до нього прикладена зворотня напруга U_{in} . Протягом цього періоду дросель накопичує енергію, і його струм зростає від мінімального до максимального значення. При закритті транзистора струм дроселя тече, зберігаючи попередній напрямок, за рахунок енергії, накопиченої в магнітному полі дроселя. При цьому енергія, накопичена дроселем, частково віддається навантаженню, що призводить до зменшення струму дроселя. Конденсатор згладжує пульсації напруги на навантаженні, обумовлені пульсаціями струму в дроселі.

Досліджено вплив коефіцієнту заповнення імпульсів на ефективність знижувального імпульсного перетворювача постійної напруги, яка визначалася як відношення вихідної потужності до потужності на вході. Для порівняння наведено аналогічну характеристику для підвищувального перетворювача (рис. 3).

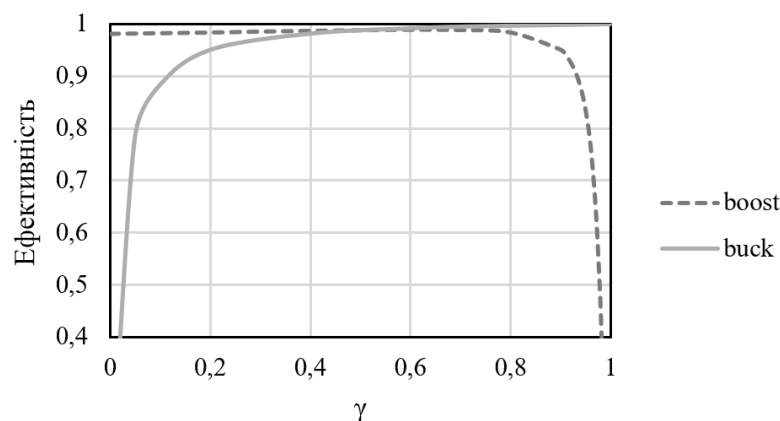


Рисунок 3 – Ефективність знижувального та підвищувального перетворювачів постійної напруги

При зменшенні рівня сонячної радіації, що надходить на поверхню фотоелектричного модуля, в схемі з трекером МРР коефіцієнт заповнення імпульсів зростає, що для знижувального перетворювача призводить до збільшення ефективності. Оскільки у реальних умовах експлуатації сонячна радіація є меншою 1000 Вт/м^2 , то застосування знижувального перетворювача постійної напруги в фотоелектричних системах є більш ефективним у порівнянні з підвищувальним.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Ga Dileep., Singh S.N. Selection of non-isolated DC-DC converters for solar photovoltaic system. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017. №76. P. 1230-1247.
2. Taghvaei M.H., Radzi M.A.M., Moosavain S.M., Hizam H., Marhaban M.H. A current and future study on non-isolated DC-DC converters for photovoltaic applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2013. №17. P. 216-227.

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ З ФОТОЕЛЕКТРИЧНИМИ ФАСАДАМИ В КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Херсонщина має сприятливі метеорологічні умови для розвитку сонячної електроенергетики. Так характерним для Херсонської області є річне надходження сумарної сонячної радіації на рівні близько $1300 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$ з загальним потенціалом вироблення електричної енергії від сонячного випромінювання в обсязі 4700 млн. $\text{кВт} \cdot \text{год}$ на рік [1]. Привабливий сонячний потенціал разом із стимулюючою дією «зеленого» тарифу обумовив стрімке зростання встановлених потужностей як централізованих фотоелектричних станцій, так і об'єктів розосередженої генерації. Останні, в переважачій більшості, є фотоелектричними системами дахового типу. Фасадні ж системи, на які також поширюється дія «зеленого» тарифу, не набули широкого розповсюдження, головною причиною чого є неоптимальні умови надходження сонячної радіації на вертикальні поверхні фасадів будівель у порівнянні з похилими даховими площинами.

Втім, в процесі розробки проектів з повоєнного відновлення житлових та громадських будівель на території Херсонщини варто враховувати сучасні тенденції та перспективні напрацювання в галузі фотовольтаїки, що набувають все більшої популярності в країнах Європи, зокрема, проектувати фотоелектричні системи, інтегровані в конструкції будівель (BIPV-системи), що раціонально використовують і площі фасадів будівель [2]. Внесок фасадних фотоелектричних панелей в загальне вироблення електричної енергії BIPV-системою визначається не лише співвідношенням площ покрівлі й фасаду та просторовою орієнтацією будівлі, але й значною мірою залежить від умов сонячної інсоляції, а отже, від кліматичних особливостей того чи іншого регіону.

Метою даної роботи є оцінка доцільності впровадження фасадних фотоелектричних систем в кліматичних умовах Херсонської області.

Оцінка проводилась на прикладі типового двоповерхового будинку площею 117 м^2 з можливістю монтажу сонячних панелей на східному, південному та західному фасадах будівлі.

З використанням кліматичної бази даних для Херсонської області [3] розраховано середнє денне надходження сонячної радіації до фасадів будівлі для середнього дня кожного місяця (рис. 1).

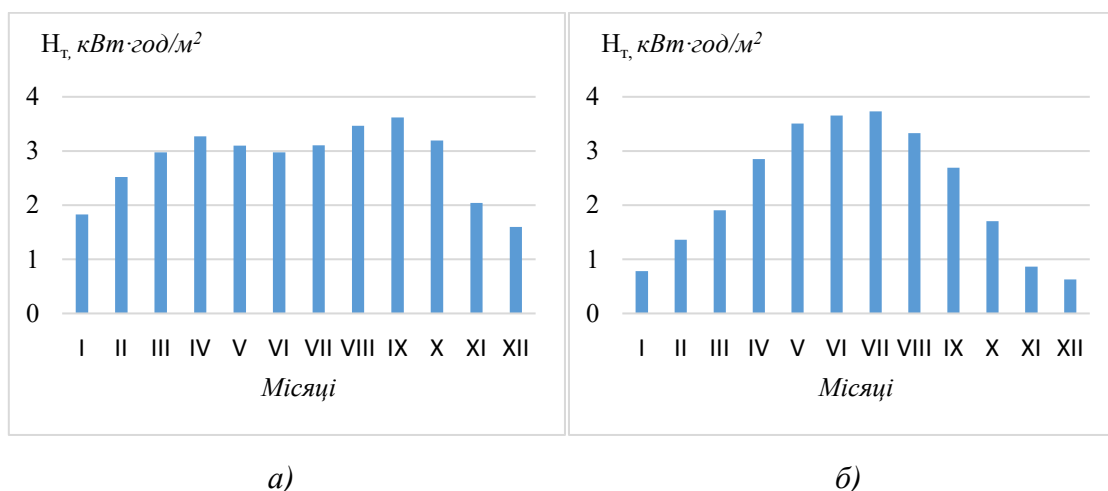


Рисунок 1 – Середньомісячне денне надходження сонячної радіації до південного (а) та східного або західного (б) фасадів будівлі

Для фасадної фотоелектричної системи, побудованої з мережевого інвертора Deye SUN-20K-G05 номінальною потужністю 20 кВт та 118 сонячних панелей Volt Polska POLI 180W 18V, що завдяки своїм розмірам можуть бути компактно розміщені на наявних площах фасаду будинку, розраховано питоме вироблення енергії у випадку розташування панелей на південному та східному (західному) фасадах будівлі (рис. 2).

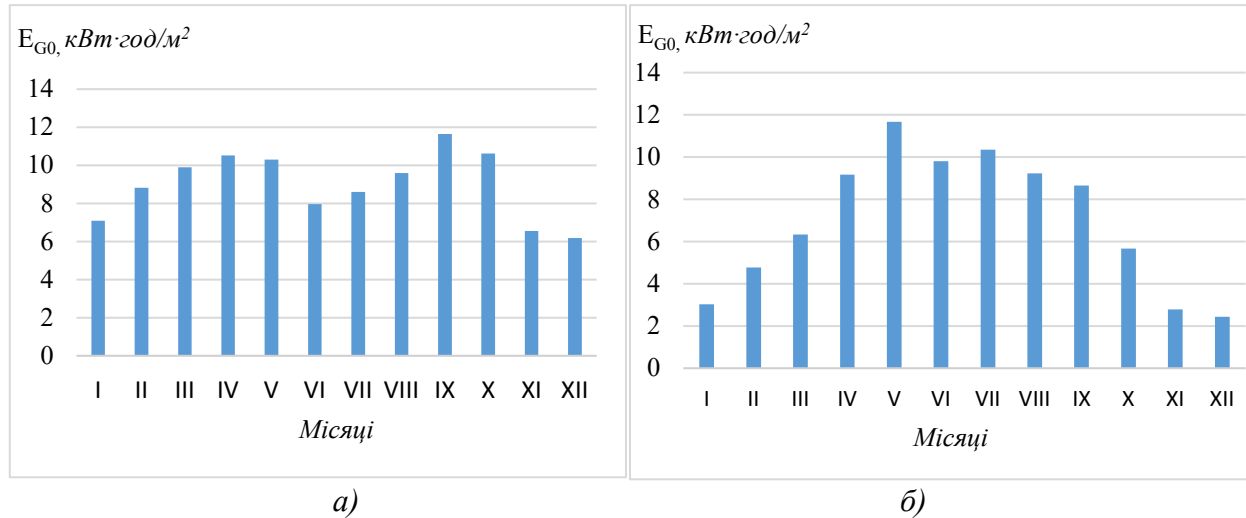


Рисунок 2 – Розподіл вироблення електричної енергії за місяцями для системи з панелями на південному (а) та східному або західному (б) фасадах будівлі

Визначено економічні показники фасадних фотоелектричних систем, враховуючи річне споживання електричної енергії об'єктом в обсязі 5300 кВт·год та можливості продажу надлишку виробленої енергії в загальну електромережу за «зеленим» тарифом. Розглянуто варіанти системи з монтажем фотоелектричних панелей лише на південному фасаді (варіант А), а також з панелями, розміщеними виключно на східному та західному фасадах будівлі (варіант Б). Встановлено, що навіть при реалізації варіанту Б, який характеризується гіршими умовами щодо сонячної інсоляції в порівнянні з варіантом А, річне виробництво електричної енергії перевищує потребу будинку і становить близько 9900 кВт·год, що надає можливість продажу надлишку енергії в період з лютого по жовтень і забезпечує річний прибуток від реалізації та заміщення споживання енергії в сумі понад 32300 грн. В той же час, у разі розміщення такої ж кількості панелей на південному фасаді (варіант А) річний прибуток збільшується до 49500 грн, що скорочує термін окупності проекту з 23 до 15,5 років.

Втім, терміни окупності як проекту, реалізованого за варіантом А, так і проекту Б є меншими за строк експлуатації основного обладнання фотоелектричної системи, який приймається на рівні 25 років. Це свідчить про доцільність впровадження фасадних систем на об'єктах, розташованих в кліматичних умовах Херсонської області, в тому числі й спеціалізованих BIPV-систем з високим коефіцієнтом покриття наявної площі фасадів сонячними панелями.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії. Київ: НТТУ «КПІ», 2012. 492 с.
2. Курак В., Андронova О. Перспективи використання фотоелектричних фасадів під час повоєнного відновлення будівель. *Синергія науки і бізнесу у повоєнному відновленні Херсонщини: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції*. Т. 1. Одеса: Олді+, 2023. С. 265-268.
3. POWER. Data Access Viewer. NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources. URL: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/> (дата звернення 12.02.24).

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ВИТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Сьогоднішній світ стикається зі значними викликами у сфері енергозаощадження. Ця необхідність виникає з дефіциту власних паливно-енергетичних ресурсів, залежності від країн-експортерів газу та нафти, дорожнечою їх добування і глобальними екологічними проблемами. Одним з найважливіших завдань сучасних промислових підприємств є економне використання енергетичних ресурсів та підвищення ефективності їх використання на всіх етапах виробництва. Тому велика увага приділяється розробленню сучасних технологій та проведенню організаційно-технічних та економічних заходів з підвищення енергоефективності виробництва та домогосподарств.

Актуальність дослідження визначається необхідністю вдосконалення систем управління електроспоживанням у контексті зростання цін на енергоресурси, підвищення тарифів на електроенергію та збільшення навантаження на енергетичні мережі. Застосування автоматизованих систем контролю дозволить ефективно моніторити та оптимізувати споживання електроенергії, сприяючи зменшенню витрат, підвищенню стабільності постачання та покращенню енергоефективності в побуті та різних сферах діяльності, в тому числі і на транспорті [1].

Метою дослідження є розгляд актуальної проблематики автоматизованих систем контролю витрат електроенергії, їх застосування в різних галузях та отримання вигоди від їх впровадження. Оглянемо поняття автоматизованих систем контролю витрат електроенергії, принципи їх роботи та способи застосування. Також розглянемо приклади успішного впровадження таких систем у різних сферах, що дозволить нам зрозуміти широкі можливості цих технологій.

Автоматизована система контролю витрат електроенергії – це комплексний інтелектуальний інструмент, який призначений для моніторингу, аналізу та управління електроспоживанням. Вона складається з сенсорів, лічильників, програмного забезпечення та системи звітності. Принцип роботи полягає у дистанційному зборі, обробці та аналізі даних про споживання електроенергії з метою ефективного контролю та оптимізації цього процесу [2].

Автоматизована система контролю витрат електроенергії застосовується в різноманітних галузях, включаючи промисловість, будівництво, офіси, громадські приміщення та житлові об'єкти [3, 4]. Це дозволяє оптимізувати споживання електроенергії, знижувати витрати та покращувати енергоефективність в різних сферах діяльності [5].

Сучасні технології керування споживанням електроенергії забезпечують ефективне управління енергоресурсами та оптимізацію споживання у реальному часі. Однією з ключових технологій є розумні лічильники, які забезпечують вимірювання та моніторинг електроенергії та надають можливість споживачам відстежувати та контролювати своє енергоспоживання через мобільні додатки або веб-платформи. Додатково, ці технології дозволяють встановлювати розумні тарифи, які стимулюють споживачів обмежувати споживання електроенергії під час пікових навантажень та використовувати електроенергію в оптимальний час що зменшує навантаження на енергетичні системи.

Ще однією важливою технологією є системи автоматизованого керування, які використовують штучний інтелект та аналітику даних для оптимізації споживання електроенергії. Ці системи дозволяють автоматично регулювати електричні пристрої відповідно до реальних потреб та умов, що дозволяє ефективно використовувати енергію та зменшити витрати.

Крім того, розвиток технологій IoT дозволяє підключити різну кількість споживачів до мережі Інтернету, що дозволяє віддалено керувати пристроями, встановлювати розумні графіки споживання та ефективно використовувати електроенергію [6].

Розроблена система містить вимірювальний комплекс, побудований як дворівнева система. Функціонально система моніторингу за енергоспоживанням містить наступні складові:

1. Первинні вимірювальні перетворювачі і спеціалізовані засоби автоматизованого енергообліку (суматор):

- первинні вимірювальні пристрої (лічильники електроенергії, газу тощо);
- спеціалізовані засоби автоматизованого обліку;
- маршрутизатори для збору та передачі інформації.

2. Суматори:

- здійснюють накопичення інформації про енергоспоживання об'єкта;
- мають виходи для підключення лічильників (або маршрутизаторів) з числовими та оптичними виходами;
- забезпечують збереження та передачу накопиченої інформації на верхній рівень.

3. Універсальні обчислювальні засоби (центральний комп'ютер):

- встановлене програмне забезпечення, яке працює під управлінням операційних систем WINDOWS, UNIX;
- база даних для збереження інформації про енергоспоживання (показники лічильників за певний період);
- забезпечує постійний контроль коректності інформації, регулярну архівацію даних та графічне відображення інформації з бази даних.

4. Додаткові лічильники електроенергії:

- можливість легкого розширення системи шляхом підключення додаткових лічильників електроенергії.

Ця функціональна схема дозволяє збирати, зберігати, обробляти та візуалізувати інформацію про енергоспоживання контрольованих об'єктів.

Сучасне використання систем керування споживанням електроенергії відкриває нові можливості для підвищення енергоефективності, зменшення витрат та покращення екологічних показників. Шляхом використання розумних лічильників, систем автоматизованого керування та інтернету речей можливо створити рівновагу між споживанням електроенергії та збереженням ресурсів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Вороненко С.В., Субботін О.В., Лебеденко Ю.О., Рудакова Г.В. Аналіз ефективності роботи системи керування судновою комплексною електроенергетичною турбокомпресорною установкою з урахуванням впливу зовнішніх факторів. *XXI Міжнародна конференція з математичного моделювання МКММ'2020*, 14.09.2019-18.09.2019, Лазурне, С. 77.
2. Липчак Д.В., Павленко В.М. Система дистанційного керування побутовими споживачами електроенергії. *Електромеханічні та інформаційні системи : матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції молодих учених та студентів, присвячена 90-й річниці заснування Київського національного університету технологій та дизайну, м. Київ, 21 квітня 2020 року*. Київ : КНУТД, 2020. С. 36-37.
3. Цвіцинський В.Д., Павленко В.М., Гладчук О.З. Вибір та установка датчиків руху для керування світлодіодним освітленням. *Електромеханічні та інформаційні системи : матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції молодих учених та студентів, присвячена 90-й річниці заснування Київського національного університету технологій та дизайну, м. Київ, 21 квітня 2020 року*. Київ : КНУТД, 2020. С. 150-152.
4. Скударнов Г.П., Павленко В.М. Система автоматичного керування рекуператором з Wi-Fi модулем. *Мехатронні системи: інновації та інжиніринг : тези доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 4 листопада 2021 року*. Київ : КНУТД, 2021. С. 239-240.
5. Калінько А.А., Павленко В.М. Система гарячого водопостачання на базі двокоонтурного теплообмінника. *Електромеханічні та інформаційні системи : матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції молодих учених та студентів, присвячена 90-й річниці заснування Київського національного університету технологій та дизайну, м. Київ, 21 квітня 2020 року*. Київ : КНУТД, 2020. С. 31-33.
6. Павленко В. М., Наконечний І.О. Ефективність використання інформаційних технологій в побуті. *Інтеграція науки і освіти: розвиток культурних і креативних індустрій : збірник наукових праць за результатами Всеукраїнської конференції, м. Київ, 10 травня 2022 р.* Ред. А. М. Вергун та ін. Київ : КНУТД, 2022. С. 271-273

Досліджувана в роботі модель 9 МВт вітроенергетичної станції (ВЕС) складається з трьох ВЕУ по 3 МВт кожна. Внутрішню структуру розробленої у системі Simulink/Matlab моделі ВЕС показано на рис.1. Усі ВЕУ з'єднані з 35 кВ системою передачі потужності у мережу на 110 кВ через 25 км лінію електропостачання. ВЕУ використовують індукційні генератори з короткозамкненим ротором. Обмотка статора з'єднана з мережею 50 Гц, а ротор керується повітряною турбіною [2].

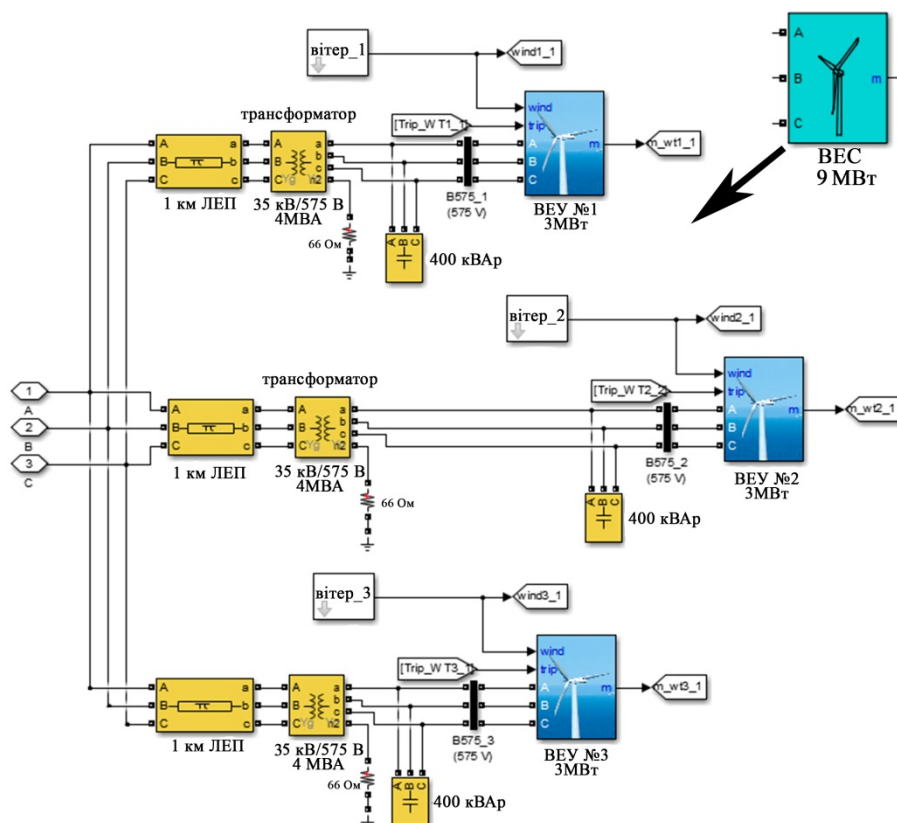


Рисунок 1 – Загальна схема моделі мережевої 9МВт ВЕС

Алгоритм роботи системи захисту окремої ВЕУ представлений на рис.2. Блок «Вимірювання входних сигналів» одночасно вимірює п'ять величин: змінний струм I_{abc} та змінну напругу V_{abc} на шині B575, мережеву напругу V_{dc} на конденсаторі СТАТКОМ, швидкість обертання ротора ω_r , швидкість вітру v . Значення цих величин надходять у відповідні блоки моніторингу. Кожен такий блок передбачає одночасну перевірку виконання кількох умов - порівняння поточного значення певного параметра з його критичним значенням і часу, протягом якого відбувається відхилення від норми, з максимально допустимим інтервалом часу для цього параметра. У випадку виконання хоча б однієї такої умови алгоритм подає команду STOP, яка передбачає зупинку ВЕУ та її відключення від мережі. Робота алгоритму при цьому зупиняється [4].

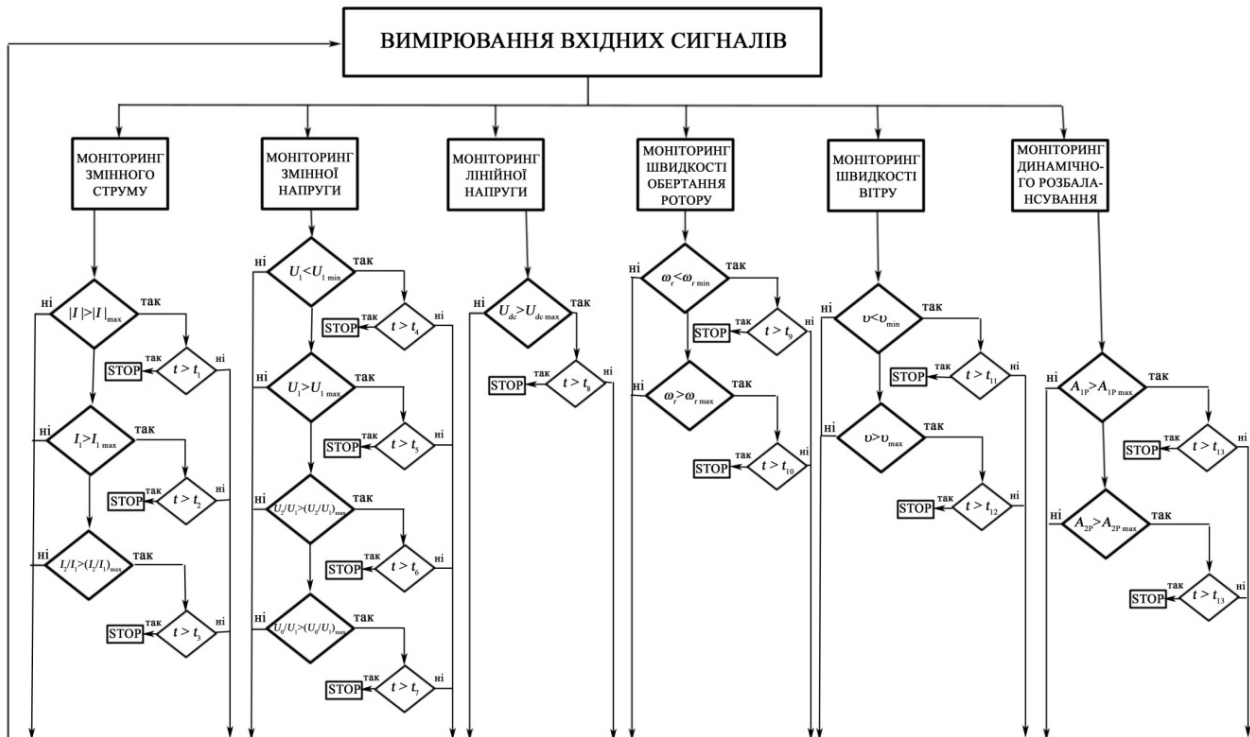


Рисунок 2 – Загальна схема алгоритму роботи системи захисту окремої ВЕУ від критичних режимів експлуатації

Внутрішню структуру системи захисту від критичних режимів окремої ВЕУ можна розділити на дві частини, об'єднані в один блок (рис.3). Перша частина забезпечує електричний захист шляхом контролю вимірюваних значень змінного струму I_{abc} і змінної напруги V_{abc} на шині b575, постійної напруги V_{dc} на конденсаторі статком і порівняння цих значень з критичними значеннями. електричний захист перевіряє такі умови [4]:

- 1) миттєве перевищення критичної величини змінного струму;
- 2) перевищення критичної величини змінного струму прямої послідовності;
- 3) дисбаланс змінного струму;
- 4) знижене значення змінної напруги прямої послідовності;
- 5) перевищення критичної величини змінної напруги прямої послідовності;
- 6) дисбаланс змінної напруги оберненої послідовності;
- 7) дисбаланс змінної напруги нульової послідовності;
- 8) перевищення критичної величини сталої напруги;

Друга частина системи захисту забезпечує аеродинамічний захист шляхом моніторингу швидкості ротора, швидкості вітру та спектральної щільності електричної потужності. Аеродинамічний захист перевіряє такі умови [4]:

- 1) знижене значення швидкості обертання ротору;

- 2) перевищення критичної величини швидкості обертання ротору;
- 3) швидкість вітру нижче пускової швидкості;
- 4) швидкість вітру перевищує критичне значення;
- 5) моніторинг аеродинамічного розбалансування лопатей/вала (порівняння відносних амплітуд вібрацій на 1Р частотах з еталонними значеннями);
- 6) моніторинг аеродинамічного розбалансування лопатей/вала (порівняння відносних амплітуд вібрацій на 2Р частотах з еталонними значеннями).

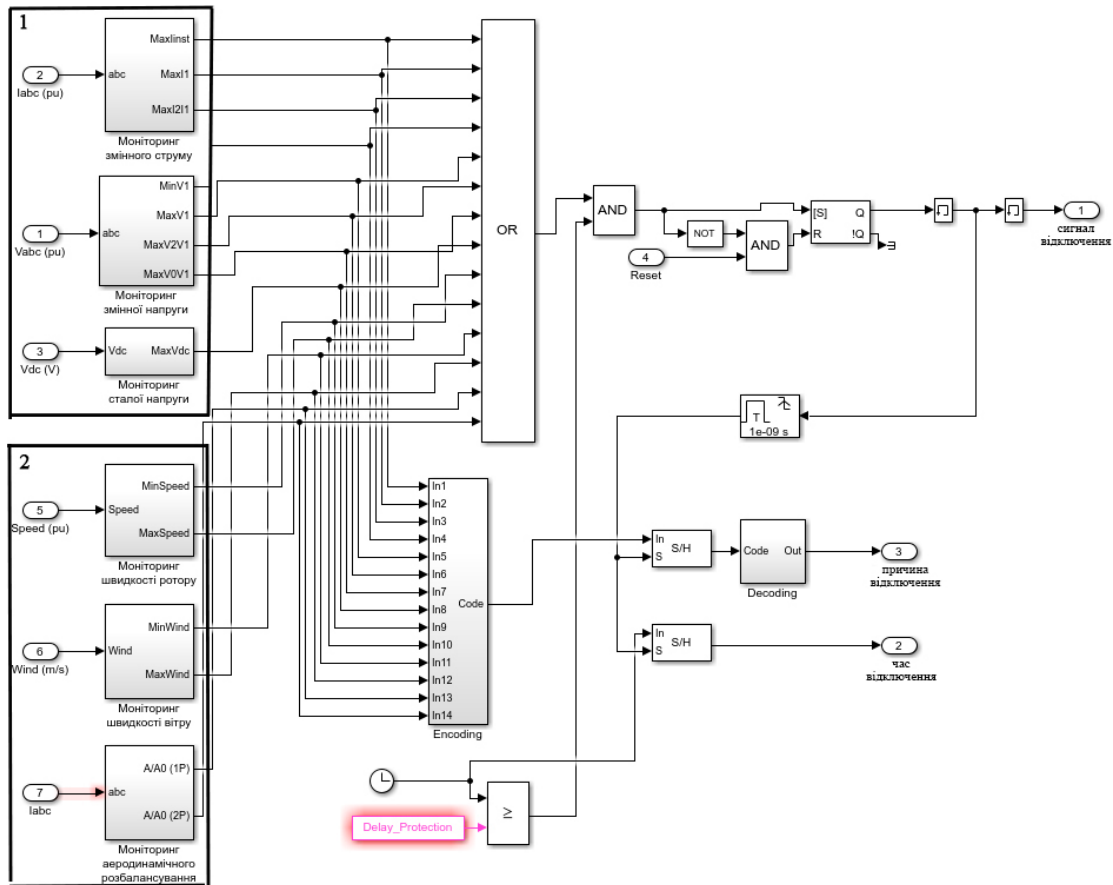


Рисунок 3 – Внутрішня структура блоку керування захистом від критичних режимів експлуатації окремої БЕУ.

(1 – система електричного захисту, 2 – система аеродинамічного захисту)

Критичні значення параметрів для досліджуваної моделі ВЕС наведені в таблиці 1. Поряд з кожним значенням наведені значення часової затримки – період часу, протягом якого допускається відхилення від норми і через який система захисту видає керуючий імпульс. Система починає відстежувати параметри, зазначені в таблиці 1, через 5 секунд після початку роботи ВЕС. Розроблена модель системи захисту ВЕС включає три індивідуальні підсистеми захисту для кожної ВЕС. Зовнішній рівень деталізації дозволяє отримати інформацію про спрацювання системи захисту на конкретному вітрогенераторі та зафіксувати час спрацювання системи.

На рис.4,5 наведено приклад дослідження роботи ВЕС при короткому замиканні. на 15 секунд відбувається міжфазне коротке замикання на лінії БЕУ №2. система захисту відключає БЕУ №2 при $t=15,11$ с. Відключення ініційовано підсистемою захисту від мінімально допустимої змінної напруги u_{1min} .

На рис.4 видно, що на п'ятнадцятій секунді роботи ВЕС відбувається стрибкоподібне зменшення напруги U_1 на всіх БЕУ. Але на БЕУ №1,3 тривалість часу, коли напруга $U_1 < U_{1min}$ складає значення, менше 0,1 с, яке є характерним часом затримки для цього параметру (див.

табл.1). Тому на цих піках система захисту не спрацьовує. Для ВЕУ №2 тривалість часу, коли напруга $U_1 < U_{1min}$ складає значення, більше 0,1 с і тому система захисту відключає ВЕУ №2 від мережі і вона перестає виробляти потужність. При цьому ВЕУ №1,3 продовжують працювати, генеруючи кожна по 3 МВт потужності (рис.5).

Таблиця 1 – Критичні значення параметрів для досліджуваної моделі ВЕС [4]

Параметр	Числове значення	Часова затримка, с
Миттєве перевищення змінного струму, відн.од.	10	0
Максимальна сила змінного струму I_{1max} , відн.од.	1,1	10
Дисбаланс змінного струму $(I_2/I_1)_{max}$, відн.од.	0,4	0,2
Мінімальне значення змінної напруги U_{1min} , відн.од.	0,75	0,1
Максимальне значення змінної напруги U_{1max} , відн.од.	1,1	0,1
Дисбаланс змінної напруги $(U_2/U_1)_{max}$, відн.од.	0,05	0,2
Дисбаланс змінної напруги $(U_0/U_1)_{max}$, відн.од.	0,05	0,2
Максимальна стала напруга U_{max} , В	1900	0,001
Мінімальна швидкість обертання ротору ω_{rmin} , відн.од.	1	5
Максимальна швидкість обертання ротору ω_{rmax} , відн.од.	1,05	5
Пускова швидкість вітру v_{min} , м/с	3	5
Максимальна швидкість вітру v_{max} , м/с	25	5
Максимальна амплітуда вібрацій на 1Р частоті A_{1Pmax} , відн.од.	11,5	7
Максимальна амплітуда вібрацій на 2Р частоті A_{2Pmax} , відн.од.	6	7

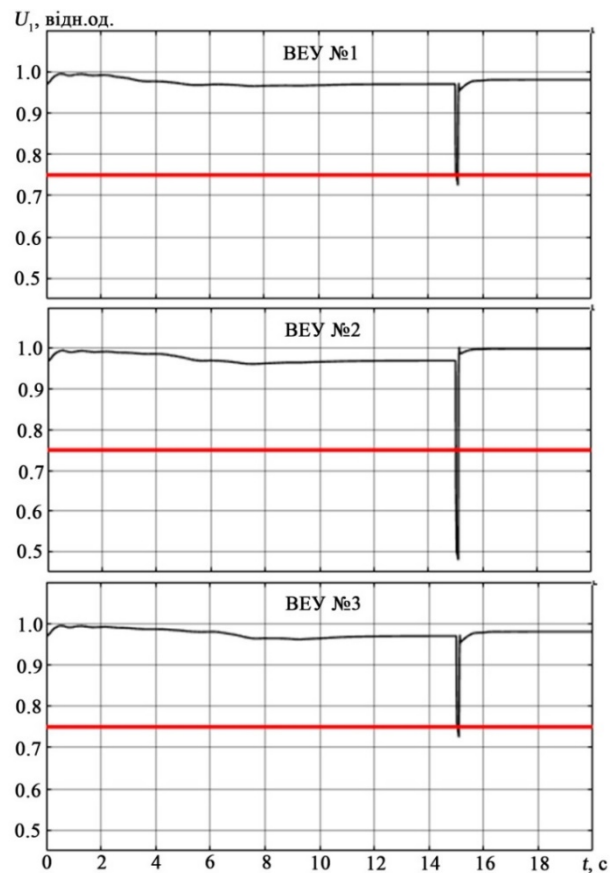


Рисунок 4 – Напруга прямої послідовності U_1 на кожній ВЕУ. У момент часу $t = 15$ с відбувається коротке замикання на ВЕУ №2. Червона лінія – мінімальне допустиме значення напруги U_1

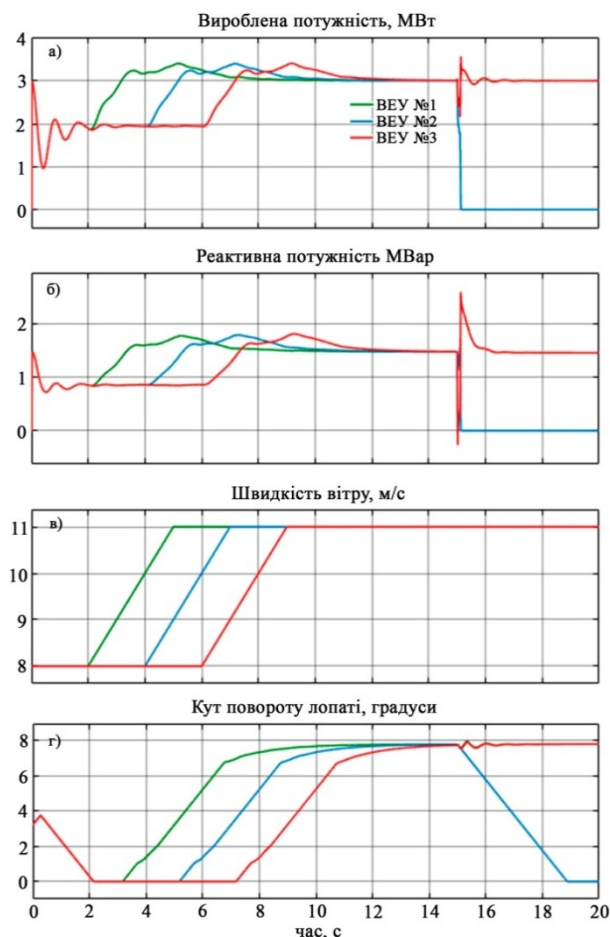


Рисунок 5 – Головні характеристики ВЕС при наявності при $t = 15$ с короткого замикання на ВЕУ №2

Розроблений алгоритм системи захисту ВЕУ від критичних режимів може бути використаний для реалізації систем захисту сучасних потужних мережових горизонтально-осьових ВЕУ в сучасних цифрових програмних кодах. Запропонована модель також може бути використана як лабораторна робота з дисциплін спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

ЛІТЕРАТУРА:

1. Степанчиков Д.М., Кассо С.О. Моделирование системы управления аэродинамической частью ветроэнергетической установки с горизонтальной осью вращения. *VII Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених з автоматичного управління* (м. Херсон, 10-12 квітня, 2019 р.): Тези доповідей. Херсон, 2019. С. 48-49.
2. Малуха І.О., Степанчиков Д.М. Моделирование работы ветропарка. *Актуальні проблеми сучасної енергетики: зб. тез доп. III всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів і молодих вчених* (м. Херсон, 23-25 травня, 2018р.). Херсон, ХНТУ, 2018. С. 100-103.
3. Степанчиков Д.М., Вершков А.А. Використання параметрів генерованої електроенергії для моніторингу стану аеродинамічної системи ветроенергетичної установки. *X Всеукраїнська науково-практична конференція здобувачів вищої освіти та молодих вчених з автоматичного управління* (м. Херсон-Хмельницький, 12 квітня, 2023 р.): Тези доповідей. Херсон, Видавництво ПП Вишемирський В.С., 2023. С. 120-123.
4. Браточенко М.О., Дон Н.Л., Степанчиков Д.М. Моделирование системы диспетчеризации та захисту від критичних режимів ветропарка при мережових відключеннях. *Сучасні інформаційні системи та технології: зб. тез доп. V Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції молодих вчених та студентів* (м. Хмельницький, 30 листопада, 2022р.). Херсон-Хмельницький: Книжкове видавництво ФОП Вишемирський В.С., 2022. С. 187-190.

СЕКЦІЯ
«ВИКОРИСТАННЯ
СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
І БЕЗПЕКИ В ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ»

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОАКУМУЛЯТОРІВ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Технологія теплоаккумуляції на автомобільному транспорті дозволяє зберігати надлишкову теплову енергію та використовувати її у моменти збільшеного попиту. Це сприяє не лише зменшенню використання палива, і, як наслідок, енергоефективності, але й сприяє екологічності автомобільного транспорту: ефективно скорочує або навіть повністю усуває періоди холодного пуску за допомогою передпускового прогріву двигуна – тобто може повністю зняти питання додаткового забруднення у період холодного пуску. Енергетична заощадливість та екологічна безпека стає дедалі актуальнішими темами. Особливо це стосується автотранспорту, який є одним із основних джерел забруднення навколишнього середовища. Теплоаккумулятори на автотранспорті є інноваційним рішенням, спрямованим на зниження шкідливих викидів і підвищення ефективності використання енергії.

Окрім того, автоматизація теплоаккумуляторів на автомобільному транспорті відкриває нові горизонти в галузі енергоефективності та екологічної стійкості. В умовах постійно зростаючих вимог до зниження вуглецевого сліду інтеграція автоматизованих систем керування з теплоакмулюючими пристроями стає ключовим фактором у розробці більш чистих та економічних транспортних засобів. Щодо екологічної безпеки Звіти Європейської агенції довкілля, яка співпрацює з країнами-членами ЄС та іншими країнами для аналізу екологічних тенденцій, детально розглядають справи щодо викидів різних категорій автотранспорту та вказують на те, що викиди CO, NOx, та інших речовин значно зростають при холодному пуску автомобіля, що підкреслює важливість використання теплоакмулюючої технології для поліпшення ситуації з викидами [1].

Кафедра Транспортних систем і технічного сервісу з 2014 року займається розробкою конструкцій теплоакмуляційного обладнання для автомобільного транспорту, порядку їх конструкторських проектних та перевірочних розрахунків тощо [2-5]. Конструктивна виконання загалом представлено трьома основними позиціями: капсульне виконання (рис. 1, а), кожухотрубчасте виконання (рис. 1, б), та виконання за типом «труба в трубі» (рис. 1, в).

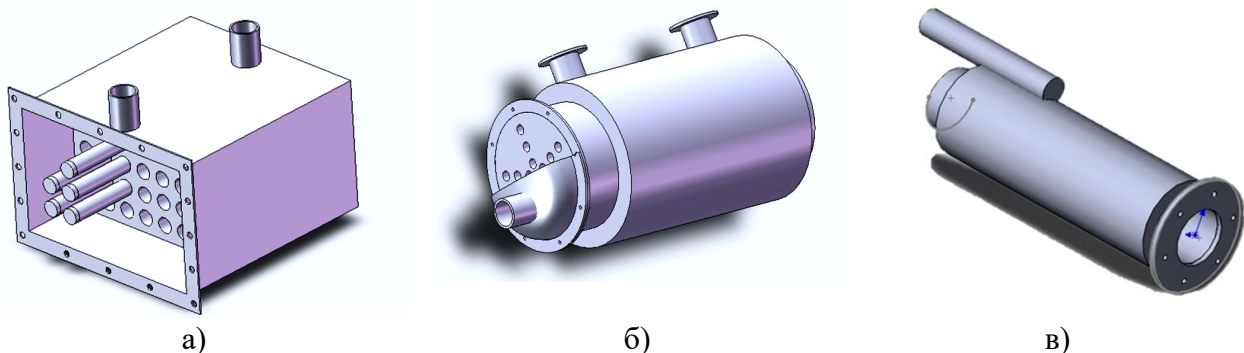


Рисунок 1 – Варіанти виконання ТА фазового переходу: капсульний (а), кожухотрубчастий теплообмінник з U-подібними трубками (б), виконання у вигляді «труба в трубі» (в)

Нові ж розробки представляють собою варіанти конструкцій теплообмінників зі спіральною трубкою (рис. 2) [6].

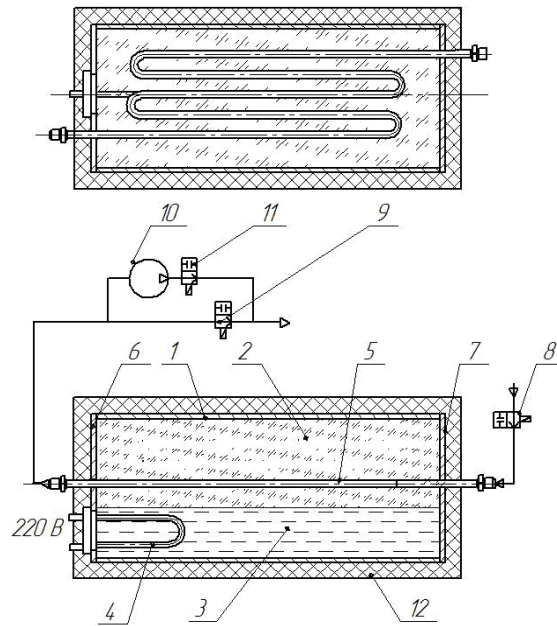


Рисунок 2 – Конструктивне рішення теплоаккумулятора у вигляді кожухотрубчастих теплообмінників зі спіральною трубкою:

- 1 – герметичний корпус; 2 – фазоперехідний теплоакумулюючий матеріал;
 3 – вода; 4 – трубчастий електронагрівач; 5 – спіральна або змієвикові труби;
 6, 7 – трубна решітка; 8, 9, 11 – електромагнітні клапани заряду-розряду;
 10 – насос для циркуляції охолоджуючої двигун рідини; 12 – теплоізолюючий матеріал

Сучасні технології дозволяють значно спростити користування теплоаккумуляційною технікою та використовувати дистанційний контроль її роботи на автомобілі. Наприклад, схема підключення теплоаккумулятора через смартфон та "смартрозетку" наведена на рис. 3.

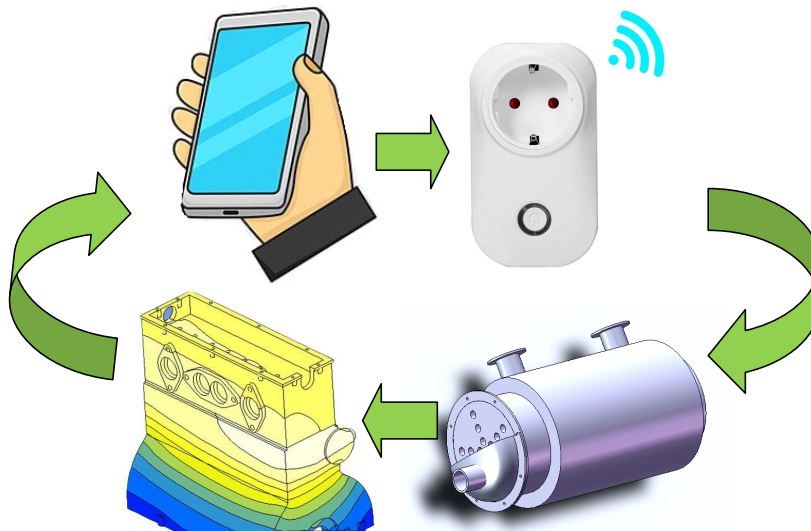


Рисунок 3 – Дистанційне керування процесом попереднього прогріву двигуна внутрішнього згоряння

Подібна технологія дозволяє легко та швидко контролювати за потреби періодичність попереднього прогріву, дозволяє створювати програми теплової підготовки передпускового пуску за розкладом, та автоматизувати теплоаккумуляційний процес в розрізі оптимізації стосовно до відбору теплоти на маршруті та автоматичного переходу до зберігання теплоти та процесу розрядки тепло аккумулятора.

Теплоаккумуляційна техніка на автомобільному транспорті має значні перспективи щодо зменшення викидів та підвищення екологічності. Застосування теплоаккумуляторів сприяє не лише зменшенню використання палива і, відповідно, зниженню викидів шкідливих речовин, але й ефективно скорочує або навіть повністю усуває періоди холодного пуску за допомогою передпускового прогріву двигуна – тобто може повністю зняти питання додаткового забруднення у період холодного пуску. Сучасні технології дозволяють значно спростити використання тепло акумуляційного обладнання за рахунок використання можливостей дистанційного контролю або автоматизації контролю.

ЛІТЕРАТУРА:

1. ЕМЕР/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2023.
2. Аппазов Е.С., Русанов С.А., Ключев О.І. Віч О.В. Моделирование рабочих параметров теплоаккумулятора для передпусковой подготовки ДВЗ кожухотрубчатого типа. *Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології промислового комплексу»*, 2017, С. 240-242.
3. Luniaka K.V., Rusanov S.A., Kliuieva O.O. and Kliuiev O.I. Simulation of the heat accumulator operation of the internal combustion engine preheating system. *E3S Web Conf. V International Scientific and Technical Conference Modern Power Systems and Units (MPSU 2021). Volume 323*, 2021.
4. Ключев О.І., Русанов С.А., Шатохіна І.А. Нові конструкції теплових акумуляторів для передпускової підготовки двигунів внутрішнього згорання автомобілів. *ВІСНИК ХНТУ № 1 (88)*, 2024 р. С. 77-81.
5. Ключев О.І., Русанов С.А., Аппазов Е.С., Луняка К.В., Коновалов Д.В., Мацків Б.М. Тепловий акумулятор системи передпускового прогріву двигуна внутрішнього згорання. Патент на корисну модель № 137780 від 11.11.2019. Бюл. № 21.
6. Ключев О.І., Русанов С.А., Шатохіна І.А. Нові конструкції теплових акумуляторів для передпускової підготовки двигунів внутрішнього згорання автомобілів. *ВІСНИК ХНТУ № 1(88)*, 2024 р. С. 17-24.

РОЗРАХУНОК ПАСАЖИРСЬКИХ КОРЕСПОНДЕНЦІЙ В ОСОБЛИВИХ УМОВАХ

Матриця кореспонденцій є базисом при плануванні та управлінні пасажирськими перевезеннями міста.

Для її визначення існують різні методи, але основним виступає так званий гравітаційний метод, оскільки фокусується на визначенні умовного центру тяжіння на транспортній мережі.

Відомо, що в період епідемічних випадків, які спостерігалися останніми роками по всьому світу, включаючи і нашу країну, очевидно зменшується кількість пасажирів, які прямують містом.

Це пояснюється тим, що суттєва частина людей вимушено залишається вдома, а разом з цим, як наслідок, відповідно і має зменшуватися і кількість транспортних перевізників, що працюють в регіоні.

Тому в таких випадках доцільним є використання такої моделі розрахунку транспортних кореспонденцій, яка б могла враховувати зазначене вимушене зменшення кількості транспортників, що і визначає мету даної роботи.

Основні параметри моделі визначення транспортних перевезень в зазначених епідемічних випадках наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Вхідні параметри моделі

Параметр	Позначення	Одиниця виміру
вихідна кількість транспортних засобів на маршрутах	P	од.
кількість транспортних засобів, що не виходить на маршрут	K	од.
кількість транспортних засобів, що виходить на маршрут	Q	од.

Тоді розрахунок кореспонденцій слід визначати з урахуванням наступного коефіцієнту зменшення транспортних засобів на маршрутах міста:

$$\sigma = 1 - \frac{K}{P}.$$

Відповідно наступний розрахунок величин кореспонденцій районів міста можна визначати за допомогою наступного виразу:

$$K_j = \frac{R_i}{N} \cdot \sum_{j=1}^M (\sigma \cdot z \cdot w \cdot (R_j - O_j)),$$

де пояснення параметрів формули наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Параметри розрахунок величин кореспонденцій районів міста

Параметр	Позначення	Одиниця виміру
район міста	j	-
коефіцієнт завантаженості	z	-
пасажиропотік по районах міста, що обстежується	R_j	чол.
кількість пасажиропотоку, що вимушена внаслідок епідемічної ситуації не користується послугами перевізників по районах міста	O_j	чол.
вихідна кількість транспортних засобів на маршрутах	P	од.
коефіцієнт обмеження пасажиромісткості	w	-
загальна кількість районів міста, що обстежується	N	од.

Слід зазначити, що подібним змінам підлягають і інтервали руху між транспортними засобами, які мають обчислюватися для кожного району міста, а також і зазнають змін і час пересування маршрутом.

Таким чином, в роботі запропоновано таку модель розрахунку транспортних кореспонденцій, яку доцільно використовувати у епідемічних випадках. Така модель враховує можливе зменшення транспортних засобів на маршрутах міста, що пояснюється збільшенням захворюваності населення.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Павленко О.В., Шрамепко Н.Ю., Северін О.О., Горбачов П.Ф., Калініченко О.П. Математичні методи оптимізації транспортних процесів: навчальний посібник. Харків: Видавництво ЗНАДУ, 2008. 204 с.
2. Северин О.О. Вантажні роботи на автомобільному транспорті: організація і технологія: Підручник. Харків: ХНАДУ, 2007. 384 с.
3. Славич В.П. Гібридна модель задачі про максимальний потік вантажу у матричній постановці із додатковими обмеженнями. *Проблеми інформаційних технологій*. 2012. №02(012). С. 100-103.
4. Славич В.П., Калімбет Р.В., Портер К.А. Транспортна задача мінімізації зворотного порожнього пробігу при перевезенні вантажів в умовах наявності обмежень за пропускною здатністю ланок мережі. *Матеріали VII-ої Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології промислового комплексу – 2021»*, м. Херсон, 2021. С. 227–230.
5. Славич В.П., Романовський О.О. Оптимізація міських пасажирських перевезень в умовах епідемічної ситуації. *Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Актуальні завдання медичної, біологічної фізики та інформатики»*, м. Вінниця, 2023. С. 120–122.
6. Славич В.П., Марчук Н.В. Модель визначення пасажирських кореспонденцій м.Херсон в умовах зменшення кількості перевізників. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Синергія науки і бізнесу у повоєнному відновленні Херсонщини»*, м. Одеса, 2023. С. 316–318.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ПОШКОДЖЕННЯ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ МАТЕРІАЛІВ ПНЕВМАТИЧНИХ ШИН

Проблема подовження терміну служби матеріалів пневматичних шин має на меті збільшити термін служби пневматичних шин і зменшити експлуатаційні витрати шляхом аналізу пошкоджень, які накопичуються під час експлуатації пневматичних шин. Новітні дослідження та підходи до прогнозування гумово-еластичних оболонок з багатокомпонентними сумішами матеріалів різного походження, зокрема еластичних композитних матеріалів дозволяють в різних галузях промисловості, а також в матеріалознавстві, прогнозувати, яких експлуатаційних характеристик слід очікувати від пневматичної шини. Прогнозування експлуатаційної поведінки пневматичних шин є важливим для покращення конструктивних параметрів пневматичних шин та зменшення дефектів, що впливають на показники ресурсу. Запропонований у роботі випробувальний стенд дозволяє використовувати шину в змодельованому середовищі, що включає складні експлуатаційні умови, зокрема такі як вертикальне навантаження, кут заносу та швидкість.

Ключові слова: пневматичні шини; прогнозування; матеріали; експлуатація.

В роботі запропоновано експериментальний підхід з використанням циклових стендових навантажень, що відтворює подолання перешкод різної форми та комбінацій, шляхом визначення форми пружної деформації гумово-кордової структури матеріалу шини.

В науковій літературі незначна кількість авторів приділяла увагу стендовим методам дослідження пневматичних шин, які відтворюють подолання перешкод різної форми та комбінацій шляхом аналізу накопичення пошкоджень в процесі експлуатації. Основні контрольовані показники деформативності пневматичних шин в цілому на сучасному етапі вивчають поза показниками якості матеріалу шин його ступеня накопичення пошкодження, використовуючи непрямі параметри впливу такі як тиск, геометрія плями контакту, шумові показники зусилля зчеплення, керованість.

В роботах авторів [1] розглядаються питання впливу структурних параметрів шини на показники втомної довговічності, шляхом моделювання за рахунок скінченно-елементної моделі конструкції пневматичної шини та аналізу локальних пошкоджень. Автори [2-4] проводили випробування на зносостійкість в залежно від тиску в шини.

Дослідження [5-7] спрямовані на визначення передумов утворення критичних пошкоджень пневматичних шин, які утворилися в результаті експлуатаційного зношення або в результаті заводського дефекту.

Сучасними авторами недостатньо приділено увагу умовам експлуатації шин при подоланні перешкод, особливо особливостям утворення накопичення пошкоджень, які виникають під час експлуатації пневматичних шин при русі по складних покриттях і які суттєво впливають на зносостійкість матеріалу.

Метою роботи є вдосконалення стендових випробувань, спрямованих на дослідження структури шинних матеріалів при дії навантаження у вигляді пружного деформування та зіставлення відповідного ступеня накопичення пошкоджень зі структурою матеріалу.

Проблема подовження ресурсу багатокомпонентних матеріалів пневматичних шин аналізується шляхом використання рухомої керованої платформи як комбінації різних значень силового навантаження та форми перешкод в точках контакту, визначення ступеня пошкодження матеріалу шини за результатами навантаження та відтворення реальних умов експлуатації шини.

Стенди для випробувань шин імітують складний контакт між колесами та дорожнім покриттям. Особливість стенду полягає у вигляді системи приводних роликів малого діаметра

визначаються висота та відстань до типових або звичайних перешкод, що дає змогу передбачити та передбачити ступінь внутрішнього пошкодження шини (рис. 1).

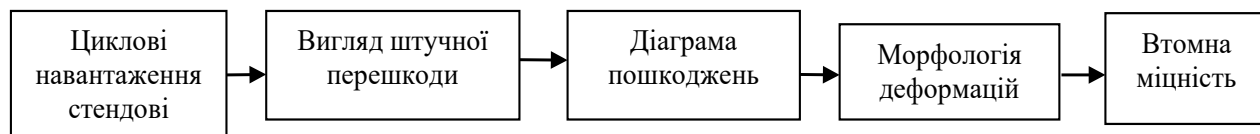


Рисунок 1 – Залежність циклових стендових навантажень від втомної міцності

Механічні властивості еластичних матеріалів різних компонентів шини досліджували за допомогою циклічних експериментів з навантаження і розвантаження при різних швидкостях і швидкостях деформації.

Випробувальний стенд може відтворювати найважчі умови експлуатації шин, такі як вертикальне навантаження, кут заносу і швидкість, і призначений для динамічних випробувань пневматичних шин, дозволяючи вимірювати термін служби шини в лабораторних умовах, залежність динамічного радіусу шини від швидкості руху та відстані, пройдені шиною до виходу з ладу.

Це досягається системою приводних роликів малого діаметру, сконфігурованих у вигляді як впадини або виступи зі змінною висотою і відстанями між ними та можливістю програмного переміщення в горизонтальній площині по двох координатах уздовж траєкторії руху колеса та в бічному напрямку під час обертання колеса (рис. 2).

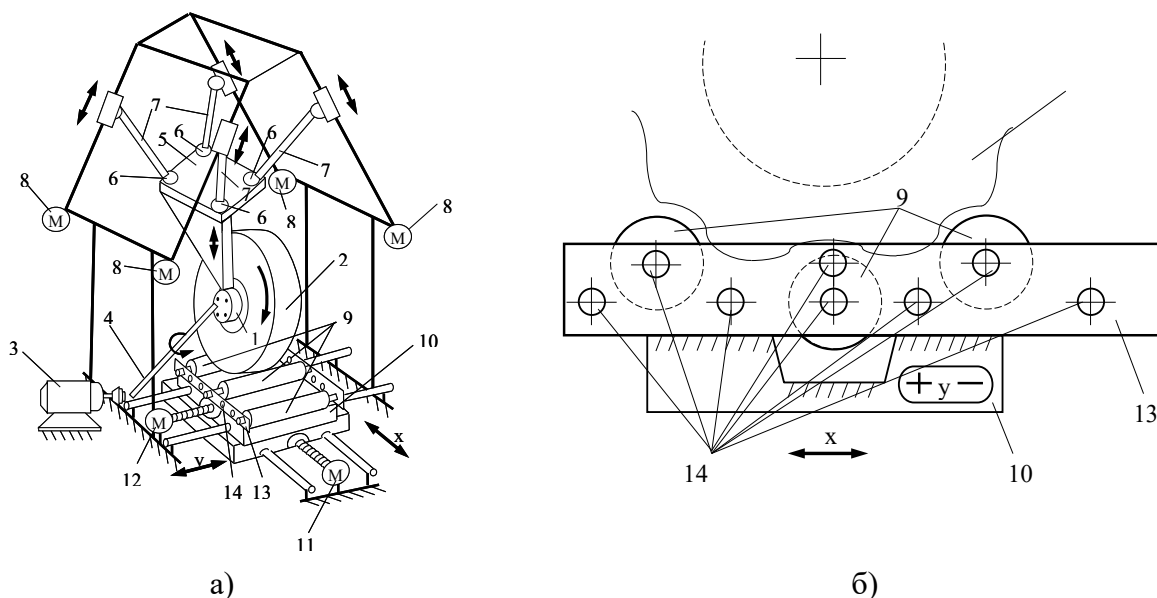


Рисунок 2 – Рухома керована платформа стенду для випробування пневматичних шин:
а) – кінематична схема (загальний вигляд); б) – керована рухома платформа

Пристрій працює наступним чином (рис.2 а). У вузлі кріплення колеса 1 встановлюється шина 2, який з'єднано з електродвигуном 3 через карданний вал 4. Вузол кріплення колеса 1 розташований на рухомій платформі 5 з шарнірами 6 і чотирма стрижнями 7, що приводяться до руху кожен окремо кроковим двигуном 8. Шину 2 вводять в контакт із навантаженням з трьома роликми малого діаметру 9, які закріплено на рухомому програмно-керованому двокоординатному столі 10, що має можливість задавати переміщення за допомогою двох пар гвинт-гайка і крокових двигунів 11, 12 роликів 9 уздовж горизонтальних координат x і y . Систему роликів 9 закріплено на металевій опорі 13 із отворами 14, які мають різну відстань і висоту розташування. Ролики 9 можна перевстановлювати в будь якій комбінації в опорних

отворах 14 за рахунок чого формують задану перешкоду для шини 2 (Рис. 2 б). Уявна перешкода, що складається з системи роликів 9 під час випробувань переміщується за потрібною швидкістю і на задану відстань по координатам x і y від системи керування (яку не показано на рис. 2 а).

Детальне визначення змін властивостей матеріалу і структури гумо-кордних композицій передбачає використання комплексу циклічних навантажень у вигляді типових маневрів, які представлені у вигляді чотирьох основних навантажень: вертикальні, обертальні, горизонтальні та комбіновані (рис. 3).



Рисунок 3 – Блок-схема послідовності визначення змін втомної міцності при стендових випробуваннях радіальної пневматичної шини

Дані навантаження задаються програмно із штучними перешкодами, вигляду виступ-яма, виступ-виступ, яма-виступ. Наступним кроком є детальна оцінка виду пошкоджень матеріалу у вигляді:

- пластичне, центральне розривне, крихке руйнування корду, металевого дроту;
- руйнування на межі контакту «гумова матриця-волокна металевого корду», та між волокнами корду;
- наявність розколювання матеріалів у вигляді чашок і конусів;
- точкові злами;
- порушення цілісності і щільності тканин;
- порожнини, розшарування і руйнування швів;
- розрізи порожнин тріщин.

Різні типи руйнування матеріалу детально описуються як механізм фізичного і морфологічного явища. В наслідок заданих деформацій пневматичної шини морфологія буде змінюватись. Показники втомної міцності аналізуються та моделюються математично як

показники деформованої пружної оболонки. На межі розподілу металевого дроту із гумовою матрицею спостерігається порушення рівної поверхні з наявністю хвилеподібних нерегулярних порожнин глибиною від 10 до 50 мКм, які визначались експериментально. Розмір і форма порожнин збільшується для циклових навантажень забезпечених у трьох напрямках x , y , z які задаються на стенді. Спостерігаються найбільші порушення периметру в перетині дроту зі зростаючим бічним навантаженням.

Проаналізовано сучасні методи стендових випробувань пневматичних шин з урахуванням впливу на властивості матеріалу як фактору оцінки критеріїв працездатності конструкції гумового корду.

Розроблена методика оцінки механічних властивостей пневматичних шин із штучно нанесеними пошкодженнями яка дозволяє створити умови випробувань, які більш наближені до реальних експлуатаційних умов.

Виготовлено вимірювально-випробувальний комплекс зі здатністю визначення деформацій шин в точках змін її форми при подоланні перешкод різної геометрії з передачею даних в реальному часі на комп'ютерну модель і візуалізацію (записом) усіх станів деформації навантажених ділянок колеса.

Внаслідок створення керованої рухомої платформи стенду для випробування пневматичних шин скорочується час випробувань, а отримані результати є більш коректними та відповідають реальним властивостям шин.

ЛІТЕРАТУРА:

1. A Fatigue Evaluation Method for Radial Tire Based on Strain Energy Density Gradient. Liang C. et al. *Advances in Materials Science and Engineering*. 2021. Vol. 2021. P. 1–12. URL: <https://doi.org/10.1155/2021/8534954>.
2. Robustness Classification by Machine Learning from Vehicle Tire Surface Abrasions. Gürfidan R. et al. *Gazi Journal of Engineering Sciences*. 2023. Vol. 9, no. 4. P. 151–157. URL: <https://doi.org/10.30855/gmbd.0705s15>.
3. Kim K., Park H., Kim T. Comparison of Performance of Predicting the Wear Amount of Tire Tread Depending on Sensing Information. *Sensors*. 2023. Vol. 23, no. 1. P. 459. URL: <https://doi.org/10.3390/s23010459>.
4. A Transfer Learning Approach for Tyre Wear Classification. Mansoor Roomi S.M. et al. *2023 8th International Conference on Business and Industrial Research (ICBIR)*, Bangkok, Thailand, 18–19 May 2023. URL: <https://doi.org/10.1109/icbir57571.2023.10147440>.
5. Експертиза вантажних шин на виявлення пошкоджень, які утворилися в результаті експлуатаційного зношення шин або дефекту виробу. *Теорія та практика судової експертизи та криміналістики*, (2020) Vol. 21, no. 1, P.441-451. https://doi.org/10.32353/khrife.1.2020_31.
6. Analysis of Truck Tractor Tire Damage in the Context of the Study of Road Accident Causes. Drozd K. et al. *Applied Sciences*. 2022. Vol. 12, no. 23. P. 12333. URL: <https://doi.org/10.3390/app122312333>.
7. Characteristics and investigation of selected manufacturing defects of passenger car tires. Weyssenhoff A. et al. *Transportation Research Procedia*. 2019. Vol. 40. P. 119–126. URL: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.020>.

АНАЛІЗ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ СУДНА З ВИКОРИСТАННЯМ ПЛАТФОРМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ CODESYS

Сучасний морський транспорт стикається зі складними проблемами, пов'язаними з підвищенням ефективності та безпекою в галузі [1]. У зв'язку з цим, використання передових технологій стає надзвичайно важливим. Однією з таких технологій є платформа автоматизації CODESYS [2], яка дозволяє провести аналіз електроенергетичного балансу судна з високою точністю та ефективністю. Електроенергетичний баланс судна є важливою характеристикою стану суднової електроенергетичної системи й відображає повну кількісну відповідність між сумою підведеної електричної енергії (прибутковою частиною), з одного боку, і сумою корисної електричної енергії й втрат (видатковою частиною), з іншого. Баланс електричної енергії розраховується у різних режимах роботи судна з врахуванням режимів роботи електричного обладнання. Розрахувавши електроенергетичний баланс, можна встановити конфігурацію CEEC та її режими роботи. В доповіді розглянуто ключові аспекти використання CODESYS для аналізу енергетичного балансу судна та його вплив на загальну продуктивність та стійкість суднової мережі.

Знаходження електроенергетичного балансу – важлива задача, яка допомагає забезпечити ефективне використання енергії в системі. Для цього існують два методи – табличний метод та метод кореляційних залежностей.

Для оцінки необхідної потужності суднової електростанції можна використовувати метод кореляційних залежностей [3]. Кореляційні залежності являють собою рівняння і графіки, одержувані в результаті обробки статистичного матеріалу по прототипам суден методами математичної статистики. Метод кореляційних залежностей базується на наявності кореляційних залежностей сумарної встановленої потужності генераторів від потужності головних двигунів або повної водотоннажності для кожного типу судна. Ці кореляційні залежності (у вигляді рівнянь і графіків), використовують при розробці технічних завдань і технічних пропозицій на будівництво суден (при відсутності переліку приймачів електроенергії).

Визначення навантаження генераторів табличним методом базується на параметрах електричного обладнання яке працює в різних експлуатаційних режимах [1].

Сучасна морська транспортна галузь вимагає постійного вдосконалення системи керування електроенергією на судах з метою забезпечення їх ефективного та безпечного функціонування [4]. Зростання вимог до енергоефективності та екологічної стійкості суден створює потребу у застосуванні передових технологій управління енергетичним балансом. В цьому контексті використання платформи автоматизації CODESYS виявляється надзвичайно актуальним, оскільки вона забезпечує широкі можливості для аналізу, оптимізації та моніторингу електроенергетичних систем на судах. Ця платформа дає змогу користувачам візуалізувати проекти безпосередньо на місці, наприклад через панелі оператора.

Платформа автоматизації CODESYS – це сучасний інструмент для створення систем автоматизації в різних галузях, включаючи морський транспорт [5, 6].

Задля отримання точних результатів під час роботи був використаний табличний метод та мова програмування ST (Structured Text), яка реалізована CODESYS. Вона дає можливість проводити математичні розрахунки та використовувати складні формули. Першим етапом є внесення даних у CODESYS з таблиць, наведених у літературі. Кожному значенню параметрів електрообладнання відповідає свій короткий ідентифікатор, наприклад: P_n – номінальна потужність, C_f – коефіцієнт завантаження, m – кількість одиниць обладнання (рис. 1).

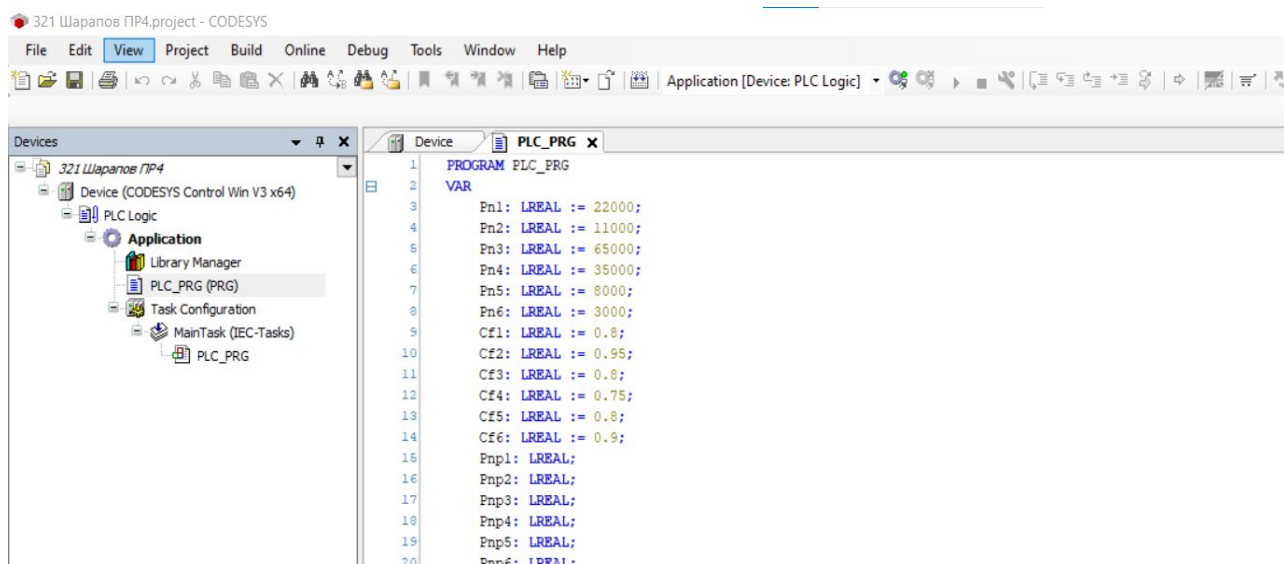


Рисунок 1 – Запис вихідних даних у CODESYS

Другий етап – перенесення математичних моделей розрахунків на платформу CODESYS (рис. 2).

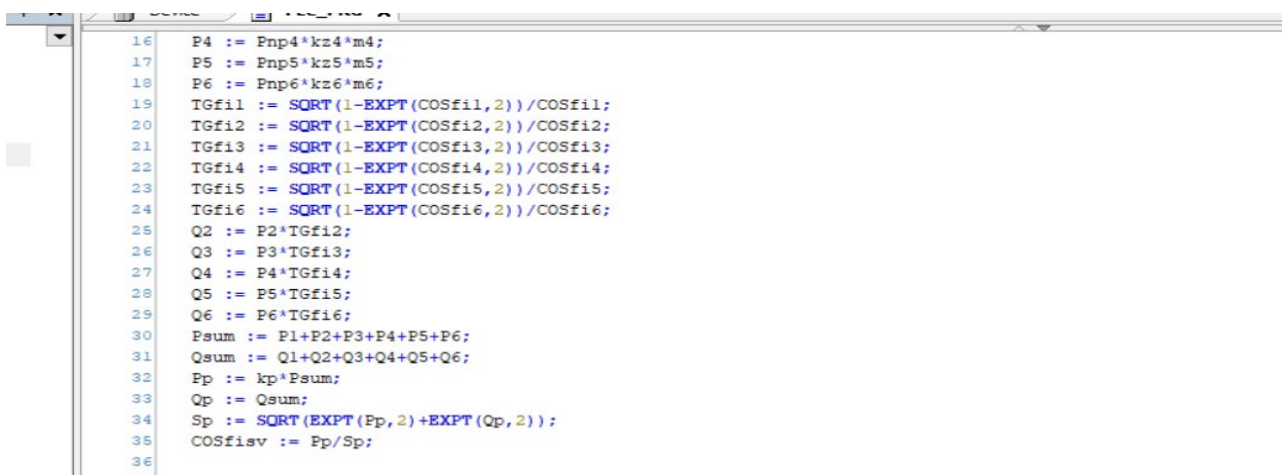


Рисунок 2 – Створення та внесення формул у CODESYS

Активна потужність P , кВт, яка розраховується за формулою

$$P = P_{n.n.} \cdot k_z \cdot m,$$

де $P_{n.n.}$ – номінальна потужність, k_z – коефіцієнт завантаження.

Значення споживаної реактивної потужності Q , кВт·Ар, визначається за формулою

$$Q = P \cdot \operatorname{tg} \varphi,$$

де $\operatorname{tg} \varphi$ визначається за значенням коефіцієнта потужності.

Далі визначаються наступні підсумкові значення:

– сумарна потужність періодично працюючих приймачів

$$\Sigma P_{n.p.} \text{ і } \Sigma Q_{n.p.};$$

- сумарна потужність безперервно працюючих приймачів

$$\Sigma P_{n.p.} \text{ і } \Sigma Q_{n.p.};$$

- сумарна потужність періодично й безперервно працюючих приймачів

$$\begin{aligned} \Sigma P_{n.p.} + \Sigma P_{n.p.}, \\ \Sigma Q_{n.p.} + \Sigma Q_{n.p.}; \end{aligned}$$

- сумарна потужність із урахуванням коефіцієнта одночасності

$$\begin{aligned} P_0 &= (\Sigma P_{n.p.} + \Sigma P_{n.p.}) \cdot k_0, \\ Q_0 &= (\Sigma Q_{n.p.} + \Sigma Q_{n.p.}) \cdot k_0; \end{aligned}$$

- розрахункова активна, реактивна й повна потужності:

$$\begin{aligned} P_p &= k_n P_0, \\ Q_p &= Q_0, \\ S_p &= \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}, \end{aligned}$$

де k_n – коефіцієнт, що враховує значення втрати потужності в мережі, k_n приймається рівним :

для малих суден $k_n=1,02$;
для середніх суден $k_n=1,03$;
для великих суден $k_n=1,04$.

- середньо зважений коефіцієнт потужності

$$\cos \phi_c = \frac{P_p}{S_p}.$$

Коли дані і формули записані, починаємо проводити розрахунки, щоб отримати результат. В результаті виконання створеного проекту було отримане значення загальної потужності системи (рис. 3).

На підставі виконаних розрахунків по аналізу енергетичного балансу судна можливо обрати генераторні агрегати, що будуть генерувати затрачувану електроенергію. Значення сумарної встановленої потужності генераторів для кожного конкуруючого варіанту повинно обиратися з урахуванням резерву потужності на модернізацію судна в процесі його експлуатації. Резерв повинен бути не менше 20% згідно нормативних документів [7].

The screenshot displays the Siemens STEP 7 software interface. On the left, the 'Devices' tree shows the project structure: '321 Wapagos TP4' is the main device, containing 'Device [connected] (CODESYS Control Win V3)', 'PLC Logic', and 'Application [run]'. Under 'Application [run]', there are 'Library Manager', 'PLC_PRG (PRG)', 'Task Configuration', and 'MainTask (IEC-Tasks)'. The 'MainTask (IEC-Tasks)' contains 'PLC_PRG'. The main window shows the 'PLC_PRG' project, with the 'Device.Application.PLC_PRG' table visible. This table lists various expressions and their values.

Expression	Type	Value
TGfi4	LREAL	0.88191710368...
TGfi5	LREAL	0.74999999999...
TGfi6	LREAL	0.48432210483...
Q1	LREAL	0
Q2	LREAL	11418.4858139...
Q3	LREAL	54843.7499999...
Q4	LREAL	32921.9654806...
Q5	LREAL	26999.9999999...
Q6	LREAL	12902.3408728...
Psum	LREAL	257335
Qsum	LREAL	139086.542167...
Pp	LREAL	265055.05
kp	LREAL	1.03
Qp	LREAL	139086.542167...
Sp	LREAL	299331.331040...
COSfisv	LREAL	0.88549050003...

Below the table, the 'Watch 1' section is visible, showing columns for 'Expression', 'Application', and 'Type'.

Рисунок 3 – Результат розрахунку енергетичного балансу судна

В даній роботі створена система аналізу електроенергетичного балансу судна з використанням платформи автоматизації CODESYS.

Розроблену систему можна вдосконалити за рахунок її масштабування на більшу кількість одиниць обладнання з використанням технології масивів для індексованого доступу к даним.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Голіков С.П. Суднові автоматизовані електроенергетичні системи. Частина 1. Суднові електричні станції. Голіков С.П., Чорний С.Г., Жук Д.О., Івановський М.В.: Навч. пос. К.: Кондор-Видавництво, 2013. 198 с.
2. Поливода В.В., Поливода О.В. Проектування систем автоматизації на платформі CODESYS: навч. посіб. Херсон : ХДМА, 2023. 248 с. ISBN 978-966-2245-78-3
3. Бакаєв Д.О., Поливода В.В. Аналіз потужності головної енергетичної установки судна за допомогою платформи автоматизації CODESYS. Науковий керівник Поливода В.В. *Матеріали XIII Всеукраїнської студентської наукової конференції «Сучасні проблеми морського транспорту та безпека мореплавства»*, м. Херсон, 23 листопада 2023 року. Херсон: Видавництво ХДМА, 2023. с. 91-93.
4. Polyvoda O.V., Polyvoda V.V., Simanenkov A.L. Method of the Ship Main Engine Condition Operational Diagnostics. *Науковий вісник Херсонської державної морської академії: науковий журнал*. Херсон: Херсонська державна морська академія, 2023. № 1–2 (26–27). – с. 133-143.
5. Polyvoda Vladyslav, Polyvoda Oksana. Engineering of Virtual Training Simulators Using CODESYS Automation Platform. International Scientific-Practical Conference «DEVELOPMENT OF SOCIAL AND ENGINEERING INNOVATION IN MARITIME EDUCATION AND TRAINING TO ENSURE SHIPPING SAFETY», 23 March 2023. – Klaipeda: Lithuanian Maritime Academy. – pp. 93-97.
6. Serhii Savchenko, Vladyslav Polyvoda. Modeling of the ship boiler automated control system. *Матеріали 15-ї Міжнародної науково-практичної конференції CEUTOO-2024: Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування, 13-15 березня 2024 р.* Херсон: Херсонська державна морська академія. С. 263-265.
7. Регістр судноплавства України. Правила класифікації та побудови морських суден. <https://shipregister.ua/>

КОМУТАЦІЯ ТА ЗАХИСТ ПРИЙМАЧІВ В СУДНОВІЙ АВТОМАТИЗОВАНІЙ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІЙ СИСТЕМІ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЛАТФОРМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ CODESYS

Для забезпечення безперебійної роботи всіх систем судна сучасні суднові автоматизовані електроенергетичні системи вимагають високого рівня надійності, ефективності та гнучкості управління електроживленням [1]. Зростання технологій, підвищення вимог до безпеки та екологічних стандартів вимагає покращення систем комутації та захисту електроенергетичних мереж.

У цій ситуації використання платформи автоматизації CODESYS є важливим рішенням для ефективного управління електроенергією на судах. CODESYS — це інструментальний програмний комплекс для промислової автоматизації, який надає можливості для розробки програмного забезпечення з високою надійністю та гнучкості [2].

Сучасні суднові автоматизовані електроенергетичні системи є складними технічними структурами, які вимагають постійного удосконалення та оптимізації для забезпечення надійності, ефективності та безпеки їх функціонування [1]. У контексті швидкого розвитку технологій промислової автоматизації, використання передових інструментів стає важливим елементом для підвищення продуктивності та зниження ризиків в електроенергетичних системах суден.

Платформа автоматизації CODESYS вже зарекомендувала себе як потужний інструмент для розробки програмного забезпечення в галузі промислової автоматизації. Її використання може значно полегшити розробку та налагодження систем управління електроенергетичними мережами на судах.

Використання платформи автоматизації CODESYS для комутації та захисту приймачів у судновій електроенергетичній системі є актуальним напрямом дослідження в контексті пошуку ефективних та надійних рішень для управління електропостачанням на судах. CODESYS вже зарекомендувала себе як потужний інструмент для промислової автоматизації, але його застосування в суднових системах є поки що недостатньо вивченим та висвітленим аспектом.

Подальше дослідження в області використання CODESYS у суднових автоматизованих електроенергетичних системах має значення з практичних та наукових позицій. З одного боку, розуміння можливостей та обмежень цієї платформи дозволить розробникам оптимізувати та вдосконалити системи управління електроживленням на судах з метою забезпечення надійності та безпеки. З іншого боку, наукове обґрунтування застосування CODESYS в судновій сфері сприятиме розвитку нових технологій та методів управління, що стане важливим внеском у сучасну морську технологію.

Під час виконання роботи була обрана мова програмування LD (Ladder Diagram), яка є мовою релейних схем. За допомогою цієї мови можливо будувати схеми з використанням релейної автоматики. Першим етапом було будівництво LD схеми, яка складалась з кнопки пуску (START) та контактора (X1). На рис. 1 показана дана схема.



Рисунок 1 – LD схема, що складається з кнопки (START) та контактора (X1)

У наведеній схемі без механізму збереження значення, струм буде текти лише протягом того моменту, коли кнопка натиснута, через відсутність фіксатора. Після відпускання кнопки START схема буде розмикатися, оскільки кнопка змінює свій стан лише під час натискання, а потім повертається до попереднього стану. Це означає, що безпосередньо після відпускання кнопки контактор не буде утримуватися в увімкненому стані, і схема буде відключена.

Для вирішення цієї проблеми було введено механізм збереження значення, або latching. Це забезпечило постійне утримання контактора в увімкненому стані, навіть після того, як кнопка була відпущена. Для цього до схеми додали механізм збереження значення X1, який з'єднується паралельно з кнопкою START. X1 фактично виконує роль фіксатора, забезпечуючи збереження стану увімкнення незалежно від стану кнопки. Таким чином, коли кнопка натиснута і контактор START увімкнений, фіксатор X1 також буде увімкнений. Навіть після відпускання кнопки механізм збереження значення X1 залишатиметься увімкненим, що забезпечує постійне живлення схеми, доки не буде відключений спеціально.



Рисунок 2 – LD схема з кнопкою пуску, механізмом збереження значення (X1) та контактором (X1)

Після додавання механізму збереження значення (X1), система має можливість постійно утримувати контактор в увімкненому стані навіть після відпускання кнопки. Однак існує потреба у можливості розмикання ланцюга живлення в разі необхідності відключення споживача.

Для цього до схеми був доданий контактор STOP. Цей контактор розміщений послідовно між перемикачем пуску та контактором X1. Особливістю контактора STOP є те, що він має положення нормально закритий. Це означає, що в нормальному стані (перед натисканням), його контакти замкнуті, тобто ланцюг живлення продовжує подавати електричний струм. Однак, коли він натиснутий, контакти розімкнуті, що призведе до відключення ланцюга і, відповідно, споживача від джерела живлення.

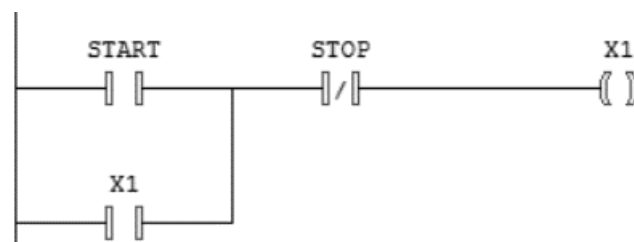


Рисунок 3 – LD схема з перемикачем пуску (START), контактором для зупинки (STOP) та контактором (X1)

Контактор X1 ділить схему на дві ступені: перша ступінь, що відповідає за керування живленням, складається з перемикача пуску (START) та контактора для зупинки (STOP) та другу, що включає сам споживач та системи захисту від перенавантаження та падіння напруги, які будуть розглянуті нижче. Це дозволяє розподілити функціональні обов'язки і забезпечити ефективну та безпечну роботу системи.

У другій ступені електричної мережі було додано систему захисту від перенавантаження та падіння напруги, складається з двох перемикачів: перемикача, що розмикається при падінні напруги (Voltage Droop) та перемикача, що розмикається при перевантаженні (Overload). Обидва перемикача, які використовуються для захисту від перенавантаження та падіння напруги, мають початкове положення "нормально закритий". Це означає, що при нормальних умовах, коли система функціонує без перебоїв і не перевантажена, контакти цих перемикачів залишаються замкнутими. Такий механізм дозволяє автоматично відключати живлення в разі виникнення небезпечних ситуацій.

Перемикач (Voltage Droop) спрацьовує, коли напруга в електричній мережі падає нижче певного порогового значення. Коли цей перемикач відкривається, він припиняє подачу електричного струму до споживача, тим самим захищаючи його від можливого ушкодження.

Перемикач (Overload), розмикається, коли струм перевищує значення, ніж може витримати мережа або сам споживач. Це може трапитися, наприклад, при надмірному навантаженні або несправності в роботі мотора. При спрацьовуванні цього перемикача, його контакти розмикають електричну мережу, що запобігає подальшому перевантаженню мережі та можливого пошкодженню споживача.



Рисунок 4 – Друга ступінь LD схеми з системою захисту мережі від падіння напруги (Voltage Droop), від перевантаження (Overload) та споживачем (Motor)

Головною метою цього дослідження є використання платформи автоматизації CODESY для моделювання комутації та захисту приймачів в судновій автоматизованій електроенергетичній системі (CAEES). Під час виконання роботи була обрана мова програмування LD (Ladder Diagram), яка є мовою релейних схем. За допомогою цієї мови можливо будувати схеми з використанням релейної автоматики.

Комутація та захист приймачів с CAEES має велике значення для підвищення ефективності і безпеки в морській транспортній галузі. Для рішення цієї задачі було використано платформу CODESYS. Створена система автоматизації може бути масштабована для більшої кількості споживачів електричної енергії.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Голіков С.П. Суднові автоматизовані електроенергетичні системи. Частина 1. Судновіелектричністанції. Голіков С.П., Чорний С.Г., Жук Д.О., Івановський М.В.: Навч. пос. К.: Кондор-Видавництво, 2013. 198 с.
2. Поливода В.В., Поливода О.В. Проективання систем автоматизації на платформі CODESYS: навч. посіб. Херсон : ХДМА, 2023. 248 с. ISBN 978-966-2245-78-3

СЕКЦІЯ
«ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
В МЕДИЧНІЙ ГАЛУЗІ»

ГЛИБОКІ ЗГОРТКОВІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЗОБРАЖЕНЬ МОЗКУ МАГНІТНО-РЕЗОНАНСНОЇ ТОМОГРАФІЇ

Останнім часом глибокі згорткові нейронні мережі все частіше використовують у медичній галузі та показують високу продуктивність у вирішенні проблем комп'ютерного зору, а саме розпізнавання, виявлення об'єктів і сегментація зображень. Сегментація зображень у напрямку магнітно-резонансної томографії (МРТ) може мати великий вплив на покращення діагностики захворювань, у тому числі виявлення ракових пухлин головного мозку або ураження розсіяного склерозу, прогнозування темпів розвитку захворювання та планування лікувальної терапії. Не дивлячись на те, що більшість методів магнітно-резонансної томографії мають великий потенціал для клінічного застосування, включаючи діагностику та хірургічне втручання, деякі з них недоступні з високим відношенням сигналу та шуму, і отже, вони отримуються при низьких показниках просторової роздільної здатності [1]. Дане дослідження спрямоване на вирішення проблеми підвищення ефективності роздільної здатності шляхом сегментування та реконструкції модальностей зображень МРТ.

Здебільшого автоматичні методи з сегментації зображень отриманих шляхом магнітно-резонансної томографії використовують розроблені вручну функції, у яких ознаки спочатку витягуються і потім передаються класифікатору. Однак, альтернативний підхід проєктування представлень функцій полягає в тому, щоб дізнатися ієрархію більш складних функцій, що поєднують інформацію з різних модальностей магнітно-резонансної томографії.

Важливо розуміти, що методи сегментації медичних зображень мають бути точними. Досягнення цього результату, враховуючи низький контраст та високий рівень шуму, є викликом для автоматизованих методів у сфері інформаційних технологій медичної галузі. Однією з ефективних є модель, що побудована на байєсівській структурі, що включає в себе інформацію про внутрішню та міжструктурну мінливість, враховуючи обмежений розмір навчального набору щодо розмірності даних [2–3]. Цей метод дає змогу виконувати сегментації окремих структур зображень, аналізувати відмінності форм між різними групами, демонструючи розташування змін у структурах, а не тільки зміни загального об'єму. Використання байєсівських мереж дозволяє уникати проблем перенавчання (англ. overfitting), тобто надлишкового ускладнення моделі класифікатора. Варто враховувати, що використовуючи байєсівський підхід, можна ефективно обчислювати умовні ймовірності із слабкими попередніми значеннями, уникаючи технічних проблем, що обумовлені квадратичною матрицею попарних коваріацій і дисперсії двох або більше випадкових величин.

Процес сегментації та відповідної реконструкції зображення магнітно-резонансної томографії з використанням байєсівської системи є чітко визначеним. Початковий набір змодельованих просторових наборів розбивається на три підмножини, які включають різні набори даних для подальших обчислень [4].

Так перша підмножина включає набори даних для обчислення багатовимірного нормального розподілу інтенсивності простору. Друга підмножина застосовує набори даних для визначення оптимального шляху вибірки за допомогою байєсівської оптимізаційної структури для вибору кругових шляхів у k -просторі, що мінімізують невизначеність у реконструйованому зображенні МРТ. Набори даних з вибіркою оцінювання процесу реконструкції та сегментації зображення містить третя підмножина [5]. Така модель здатна надавати діагностично-корисну інформацію для виявлення патологій на зображеннях МРТ без додаткового навчання, використання невеликого об'єму набору даних, що можуть бути зібрані

хаотично, створені різними послідовностями МРТ та містити різні патології. У загальній сукупності процес реконструкції зображення представляє масштабований метод з низьким зміщенням для реконструкції вибірових даних k -простору з використанням симетрії.

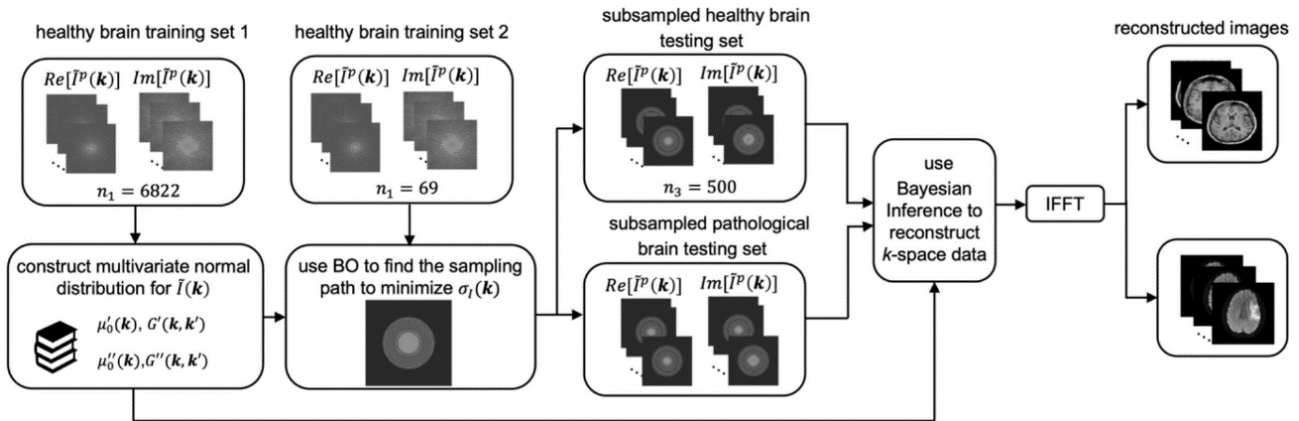


Рисунок 1 – Схематичне зображення процесу реконструкції зображень МРТ мозку

Щоб отримати інформацію про місцезнаходження в МРТ, лінійні градієнти магнітного поля застосовуються в напрямках $x(k_x)$ та $y(k_y)$, щоб частота спостережуваного МРТ-сигналу ефективно кодувалася для надання просторової інформації k . Загальний формат для даних отриманих зображень у ході магнітно-резонансної томографії набуває форми: дані отримуються в окремих точках частотного простору (k_x, k_y) , де кожна точка k -простору відповідає певному налаштуванню градієнтів магнітного поля [6]. Усі дані з МРТ збираються в k -просторі, щоб спостережувані дані були такими:

$$d[k_x, k_y] = s[k_x, k_y] + e[k_x, k_y], \quad (1)$$

$$e[k_x, k_y] \sim N(0, \sigma^2) \quad (2)$$

Сигнал k -простору, $s(k_x, k_y)$ містить комплексні амплітудні дані, що підсумовані за всіма місцями на зображенні, які відповідають точці k -простору (k_x, k_y) . У якому наявні «справжній» сигнал у точці (k_x, k_y) k -простору, набори значень для координат розташування пікселів, що відповідають високій роздільній здатності та амплітуді сигналу $A[p, q]$ для пікселів (p, q) , тобто невідомі параметри, що цікавлять зображення простору. Зробивши припущення, що сигнал є постійним у межах кожного пікселя в просторі зображення за високої роздільної здатності, аналітичний розв'язок інтеграла (3) такий:

$$s[k_x, k_y] = \frac{\sin(\frac{\pi k_x}{P})}{\frac{\pi k_x}{P}} \cdot \frac{\sin(\frac{\pi k_y}{Q})}{\frac{\pi k_y}{Q}} \sum_{p=1}^P \sum_{q=1}^Q A[p, q] \exp \{2\pi i [\frac{k_x p}{P} + \frac{k_y q}{Q}]\} \quad (3)$$

Такий метод сегментування зображення мозку МРТ та його реконструкції може займати до 180 секунд. Використання байєсівської системи усуває потребу в довільних емпіричних зважуваннях між інтенсивністю зображень та формою досліджуваного об'єкту на них. Це пов'язано з використанням умовних ймовірностей, що лежать в основі даного методу та можуть обчислюватися ефективно без додаткової регуляції [7]. Умовні ймовірності дозволяють змінювати очікуваний розподіл інтенсивності зображення МРТ. Поєднуючи

оптимізовані шляхи підвибірки, знайдені в ряду зображень, виконується обчислення узагальненого шляху вибірки, який при використанні нових зображень створює високу структурну подібність та мінімальну помилку в порівнянні з процесами реконструкції, тобто при 96,3% структурної подібності та нормалізованого середнього квадрата, помилка від вибірки сягає лише 12,5% даних k -простору.

ЛІТЕРАТУРА:

1. J. Bernal et al. Deep convolutional neural networks for brain image analysis on magnetic resonance imaging: a review. *Artificial Intelligence in Medicine*. 2019. Vol. 95. P. 64–81. DOI: 10.1016/j.artmed.2018.08.008 (date of access: 12.02.2024).
2. S. González-Villà et al. A review on brain structures segmentation in magnetic resonance imaging. *Artificial Intelligence in Medicine*. 2016. Vol. 73. P. 45–69. DOI: 10.1016/j.artmed.2016.09.001 (date of access: 17.02.2024).
3. Y. Li et al. Whole brain segmentation with full volume neural network. *Computerized Medical Imaging and Graphics*. 2021. P. 101991. DOI: 10.1016/j.compmedimag.2021.101991 (date of access: 17.02.2024).
4. Y. Xu et al. Bayesian reconstruction of magnetic resonance images using Gaussian processes. *Scientific Reports*. 2023. Vol. 13, no. 1. DOI: 10.1038/s41598-023-39533-4 (date of access: 25.02.2024).
5. Young K. Bayesian reconstruction of low resolution magnetic resonance imaging modalities. *Academia.edu*. URL: https://www.academia.edu/9322961/Bayesian_reconstruction_of_low_resolution_magnetic_resonance_imaging_modalities (date of access: 26.02.2024).
6. T. H. Kim, P. Garg, Justin P. Haldar. Autocalibrated recurrent neural networks for autoregressive MRI reconstruction in k-space. 2019. P. 1–24. DOI: 10.48550/arXiv.1904.09390 (date of access: 04.03.2024).
7. B. Patenaude et al. A bayesian model of shape and appearance for subcortical brain segmentation. *NeuroImage*. 2011. Vol. 56, no. 3. P. 907–922. URL: 10.1016/j.neuroimage.2011.02.046 (date of access: 10.03.2024).

СЕКЦІЯ
«СУЧАСНІ
КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ ЗАСОБИ
В ГАЛУЗІ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ
І МЕХАТРОНІКИ»

РОЗРАХУНОК НОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ТОРЦОВИХ ФРЕЗ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Промисловий сектор завжди був основою економічного зростання в усьому світі. Одним з ключових компонентів, який відіграє важливу роль у різних галузях промисловості, є фреза, життєво важливий інструмент у металообробці, який використовується для формування заготовок. Однак із вимогами до підвищення ефективності та продуктивності постійна еволюція та вдосконалення цього інструменту стають обов'язковими.

В роботі розглянуто удосконалення конструкції фрези торцевої для обробки плоских поверхонь, яка оснащена вставними ріжучими елементами - ножами, з багатогранними ріжучими непереточувальними пластинами з механічним кріпленням, що розміщені у корпусі на повздовжніх пазах, що зафіксовані механічно за допомогою гвинтів. Додатково пристрій містить загальну опорну пластину - шайбу, яка розташована жорстко на поверхні корпусу (рис. 1)

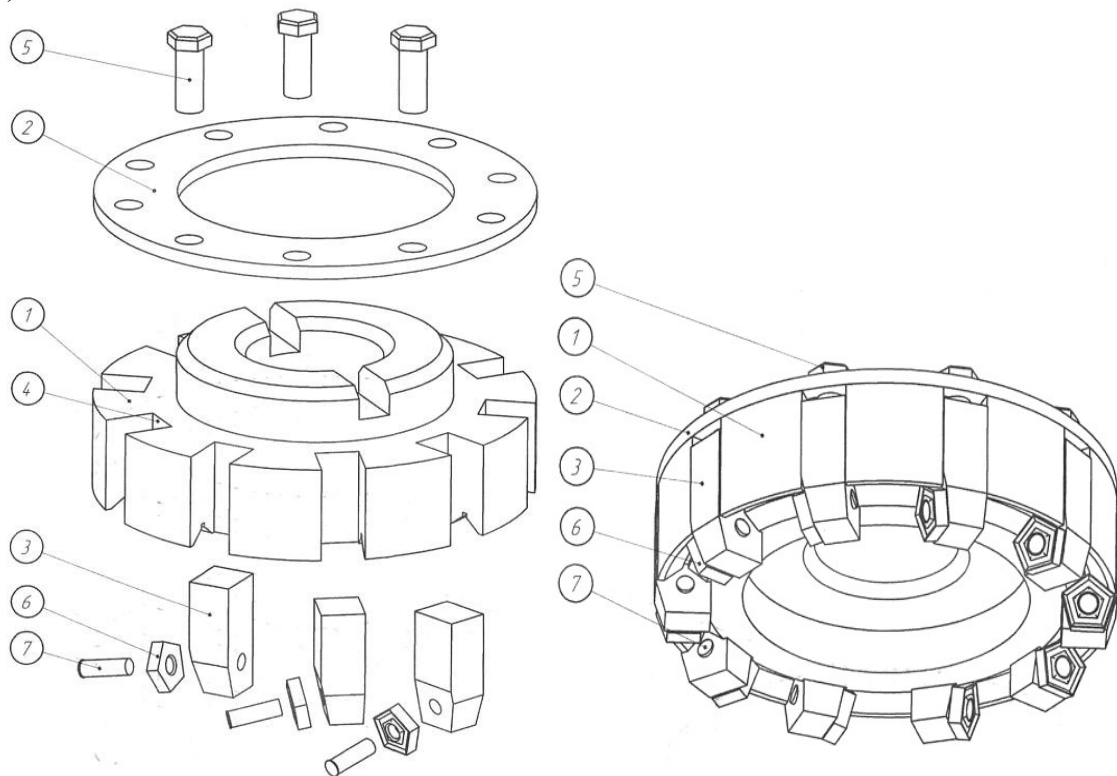


Рисунок 1 – Аналог фрези

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій містить вставні ріжучі елементи - ножі, з багатогранними ріжучими непереточувальними пластинами з механічним кріпленням, що розміщені у корпусі на повздовжніх пазах, які зафіксовані механічно за допомогою двох гвинтів, які кріпляться у торець корпусу.[1-2]

Таке кріплення ріжучих елементів дозволяє досягнути позбавлення люфту кріплення несучих ріжучих пластин касет у виїмках корпусу як у радіальному, так і в осьовому напрямку.

Фреза торцева у розібраному стані (рис. 2), містить корпус 1 з базуючої поверхні для ріжучих пластин, в якому розташовані ріжучі елементи - ножі 2. Фіксація ріжучих елементів - ножів 2 здійснюється за допомогою гвинтів 3. Ріжучі елементи - ножі 2 виконані призматичними та оснащені змінними багатогранними непереточувальними ріжучими

пластинами 4 з механічним кріпленням за допомогою штифта 5. На (рис. 3) показана фреза торцева у зібраному стані.

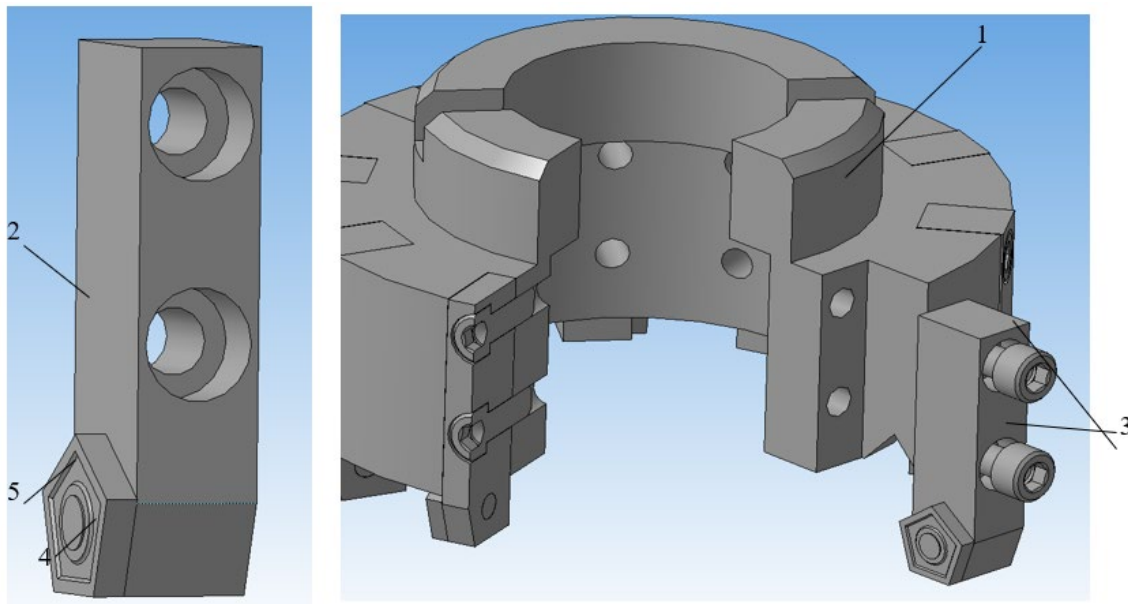


Рисунок 2 – Фреза торцева

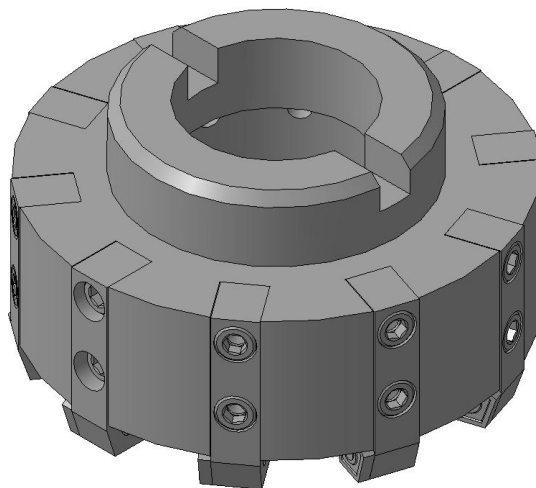


Рисунок 3 – Фреза торцева

Радіальний кут ріжучої кромки може варіювати від позитивного до негативного, проте переважно негативним. При негативних радіальних кутах стружка відводиться простіше, оскільки вона викидається назовні. При позитивних радіальних кутах стружка може виштовхуватися всередину, і це може призводити до її накопичення і, в результаті, порушення процесу різання, що може призводити до погіршення чистоти поверхні оброблюваної деталі.[3]

Дане рішення дозволяє забезпечити надійність кріплення в осьового положення ріжучих кромок з високою точністю при мінімальному числі окремих конструктивних елементів, в конструкції зменшена металоємність, збільшено точність регулювання ріжучих елементів.

Визначення режимів різання розрахунково-аналітичним методом.

Інструмент – Фреза торцева ВК8 $\varnothing 125$ мм;

Глибина фрезерування $t = 1,5$ мм;

Ширина фрезерування $B = 125$ мм; Подача:

$$S_M = S_n = S_{zn}, \quad (1)$$

де n – частота обертів фрези, об/хв;
 Z – к-сть зуб’їв фрези;
 S_z – подача на один зуб;
 $S_z = 0,25$ мм/об табл. 33 с.283 [4];
 Швидкість різання:

$$V = \frac{C_V D^q}{T^m t^x S_z^y z^p} K_v \quad (2)$$

Значення коефіцієнта C_V та показників степені наведені в табл. 39 [4], а період стійкості T в табл. 40 [4].

$$C_V = 442; q = 0.2; x = 0.15; y = 0.35; u = 0.2; p = 0; m = 0.32; T = 180 \text{ хв};$$

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні вимоги до різання,

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{iv}; \quad (3)$$

де $K_{mv} = (150/200)^{1.25} = 0,7$; коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу (табл. 1-4 [4]);
 $K_{nv} = 0,85$; коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки (табл. 5 [4]);
 $K_{iv} = 2,5$; коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту (табл. 6 [4]);

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{iv} = 0,7 \cdot 0,85 \cdot 2,5 = 1,5; \quad (4)$$

$$V = (442 \cdot 125^{0.2} \div 180^{0.32} \cdot 1,5^{0.15} \cdot 0,25^{0.35} \cdot 125^{0.2} \cdot 14^0) \cdot 1,5 = 198,1 \text{ м/хв}$$

Сила різання:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x B^1 S_z^y z}{D^q n^w} K_{mp} \quad (5)$$

де z – число зуб’їв фрези;
 n – частота обертів фрези об/хв;
 Значення коефіцієнта C_p та показників степені наведені в табл. 41 [4], поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу для чавуну – табл. 9 [4]. Величина інших сил різання (P_h, P_u, P_y, P_x) встановлюють по табл. 42 [4].

$$C_p = 54,5; x = 0.9; y = 0.74; u = 1; q = 1; w = 0; K_{mp} = 0,75; \quad (6)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 198,1}{3.14 \cdot 125} = 504,7 \text{ об/хв} \quad (7)$$

Приймаємо $n = 500$ об/хв

$$P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 1,50,9 \cdot 1251 \cdot 0,250,74 \cdot 14}{1251 \cdot 5000} \cdot 0,75 = 3665,2 \text{ Н} \quad (8)$$

Крутний момент:

$$M_{кр} = \frac{3665,2 \cdot 100}{2 \cdot 100} = 1832,6 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (9)$$

Потужність різання:

$$N_e = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} \quad (10)$$

$$N_e = \frac{3665,2 \cdot 198,1}{1020 \cdot 60} = 11,8 \text{ кВт}$$

Розробивши 3D модель інструменту можна перевірити стійкість та жорсткість його конструкції під час обробки заданої поверхні внаслідок виникнення сил різання. Для виконання такої перевірки було вирішено обрати середовище Solid Works 2021 (рис. 4,5).

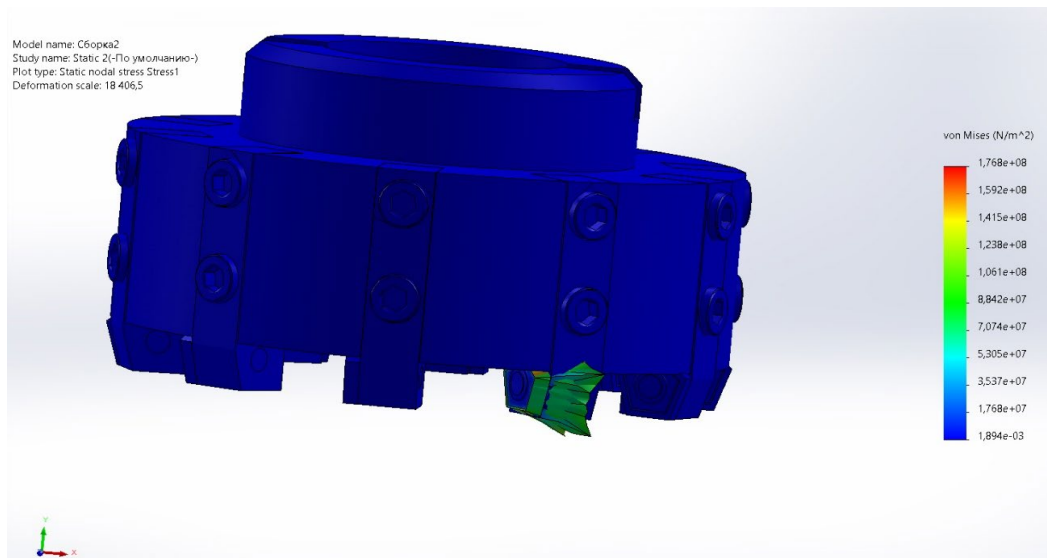


Рисунок 4 – Реакція за Фон Мізом. Перевірка на розтягнення або перелом

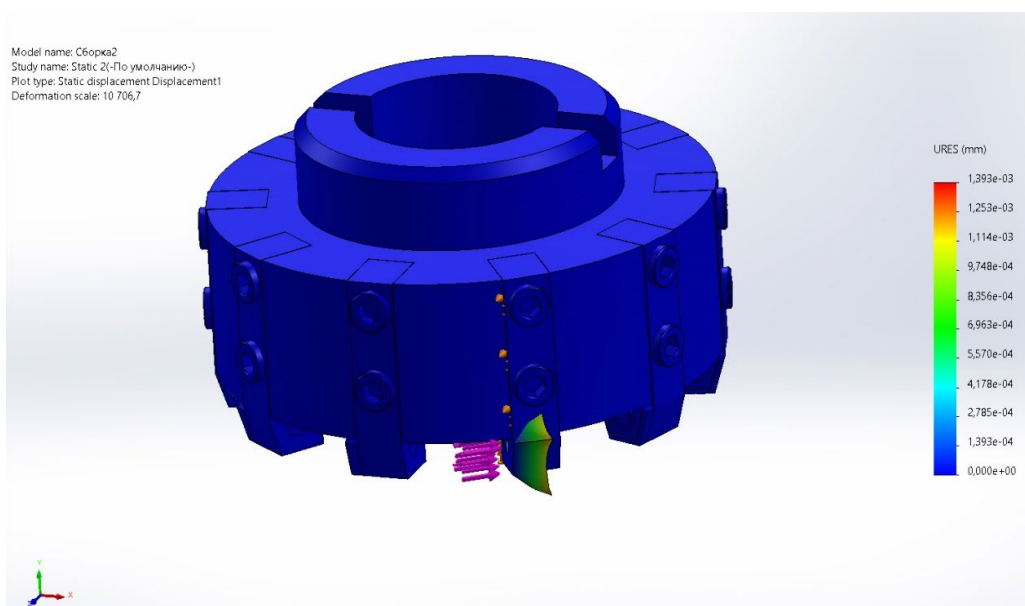


Рисунок 5 – Максимальні деформації

Розрахунок показує максимальну деформацію в 0,001 міліметра при максимальній контактній міцності, МПа за Фон Мізом $1 \cdot 10^8$ Н/мм².

Таким чином, провівши аналізи можемо бачити, що зважаючи на умови роботи розробленого інструменту його матеріали та конструкція обрані вірно [5-6].

Отримані значення не перевищують гранично допустимих для даних матеріалів, проте, за можливості, їх варто зменшувати шляхом вибору інших матеріалів. зміни форми поперечного перерізу, способу та типу пластини аби продовжити експлуатаційний термін інструменту.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Вардашкин Б.Н. и др. Станочные приспособления: справочник. Т. 1. М.: Машиностроение, 1984., 1984. 592 с.
2. Косилова А.Г., Мещеряков Р.П. Справочник технолога машиностроителя, Т. 2. М.: Машиностроение, 1986. 656 с.
3. Патентний пошук. URL: <https://www.inventa.ua/ua/nashi-poslugi/patentnij-poshuk>.
4. Родин П. Р. Металлорежущие инструменты. К.: Вища школа, 1974. 400 с.
5. Особенности торцевых фрез и описание их видов. URL: <https://stroy-podskazka.ru/freza/torcevye/?ysclid=lowqzyji4u175586178>
6. Фреза торцева. Конструкційні особливості та призначення. URL: <https://presa.com.ua/budivnytstvo/freza-tortseva-konstruktsijni-osoblivosti-ta-priznachennya.html?ysclid=lozvxi5vb365439409>.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МАШИН ЗА ПОКАЗНИКАМИ ВІБРАЦІЇ

На підприємствах херсонського регіону велика частка роторних та обертальних частин, що потребують діагностики та ремонту. Насоси та вентилятори високого тиску повітряні і рідинні. Більшість пошкоджень, що виникли внаслідок цих механізмів, можна виявити і легко проконтролювати, якщо моніторинг стану є частиною розширеної програми техобслуговування. Перші ознаки пошкодження підшипника можна виявити за допомогою аналізу вібрації, що дозволяє обслуговуючому персоналу вчасно виконати коригувальні дії. Це може значно скоротити дорогі непередбачені простої та уникнути катастрофічних відмов, що ушкоджують сусідні деталі вузлів.

Кожна механічна несправність (дефект) характеризується унікальною частотою вібрації. Тому потрібно визначити цю частоту для виявлення основної причини несправності. Для вимірювання частоти вібрації в контрольну точку машини встановлюється датчик (п'єзоелектричний датчик). Різні несправності машини можуть генерувати широкий діапазон частот:

- Низькочастотний діапазон, 0-2 кГц
- Високочастотний діапазон, 2-50 кГц
- Діапазон дуже високих частот, > 50 кГц

Це також дає можливість обслуговування персоналу дослідити пошкоджений підшипник на ранній стадії, щоб визначити основну причину відмови та вжити необхідних заходів для попередження повторного виникнення несправності.

Підшипники використовуються практично у всіх роторних машинах комерційного та промислового призначення. Їхні відмови складають високий відсоток поломок обладнання і в багатьох ситуаціях призводять до катастрофічних наслідків. Згідно з останніми статистичними даними [1]. В останні десятиліття було розроблено низку методів аналізу вібрації для діагностування локальних несправностей підшипників. На початковій стадії несправності підшипників часто локалізуються, тому ці методи можна розглядати як методи діагностування початкових несправностей. Однак діагностування несправностей підшипників все ще не є повністю вирішеною проблемою.

Методи оцінки технічного стану підшипників, що базуються на обчисленні пік фактора сигналу, відомі давно. Усі вони базуються на обчисленні відношення пікового значення середньоквадратичного значення інформативного параметра сигналу [2]. Залежно від способу порівняння виділяють: метод ПІК/СКЗ; метод HFD (High Frequency Detection); метод SE (Spike Energy); метод SPM (Shock Pulse Measurement).

1. Метод ПІК/СКЗ є найпростішим методом, що не вимагає великих витрат та високої кваліфікації персоналу. Зазвичай реалізується з використанням простих віброметрів для "масового" діагностування роторних машин. В основу методу покладено залежність відношення пікового значення та середньоквадратичного значення амплітуди віброприскорення.

2. Метод HFD (High Frequency Detection) базується на вимірі чисельних значень високочастотної вібрації, що створюється невеликими дефектами, що виникають у діапазоні частот від 5 кГц до 60 кГц. Для вимірювань високочастотних коливань зазвичай використовують резонансну частоту вібродатчика, після чого отримані сигнали нормуються по швидкості зіткнення при врахуванні конструкції підшипника та швидкості обертання валу. За кількістю та рівнем ударних імпульсів характеризують вид та ступінь розвитку дефекту [3, 4].

3. Метод SE (Spike Energy) був розроблений для детектування сигналів, що виникають

в результаті поверхневих дефектів підшипників, зубчастих передач та інших виробів, де є контакт метал-метал.



а)



б)



Рисунок 1 – Рухомі силові механізми: привід вентилятору високого тиску (а, б), елементи закаточної машини (в. г) ПП «Наш продукт» м. Херсон»

До переваг перерахованих вище методів відносять високу чутливість; виявлення дефектів на етапі їхнього зародження; контроль умов роботи підшипника (наприклад, мастила); низька вимогливість до кваліфікації спеціалістів. До загальних недоліків відносяться: індивідуальне нормування для кожного методу; висока вимогливість до параметрів вимірювальних приладів; неможливість визначення типу дефекту; падіння чутливості у разі зростання СКЗ сигналу.

З метою контролю вібраційного стану технічний засіб вимірювання повинен забезпечувати вимірювання широкосмугової вібрації в діапазоні частот від 10 Гц до більшої з двох частот: потроєної максимальної частоти обертання ротора в нормальних умовах роботи машини або 500 Гц (рекомендується до 1000 Гц). Якщо той же засіб вимірювань припускають використовувати з метою контролю технічного стану та діагностування, то від нього може

знадобитися аналіз вібрації у ширшому діапазоні частот, включаючи аналіз спектральних складових.

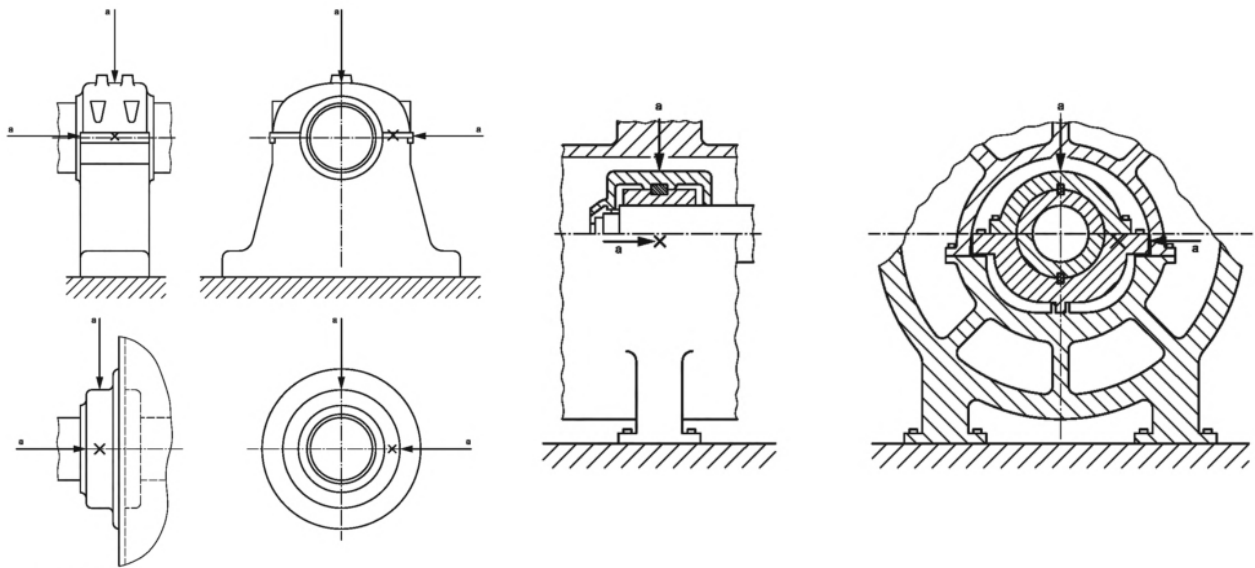


Рисунок 2 – Схема напрямків вимірювання вібрації підшипникових опор

Вимірювань у зазначених місцях зазвичай достатньо, щоб характеризувати вібраційний стан машини. Встановлено критерії оцінки вібраційного стану на основі досвіду експлуатації машин цього виду. Якщо для конструкції механічної системи характерне високе відношення маси підшипникових опор до маси ротора, то значення критеріїв вимірювань на корпусах/опорах підшипників можуть бути зменшені. В даний час використовують два види критеріїв вібраційного стану для роботи машини в режимі, що встановився - за абсолютним значенням контрольованого параметра і по зміні цього значення. Крім того, розглядаються додаткові критерії оцінки роботи машини в перехідних режимах.

Моніторинг вібрації підшипників пропонується як завдання Цифрової Фабрики – розробка моделей, що випускаються з використанням засобів цифрового проектування і моделювання. Такі засоби починають використовувати ще на стадії досліджень і розробок, а закінчують створенням «цифрового макета» (Digital Mock-Up, DMU), «цифрового двійника» (Digital Twin).

З метою цифровізації виробництва необхідно забезпечення персоналу мобільними платформами, установка на обладнання датчиків і промислових контролерів. Установка нового обладнання, яке спочатку вже оснащено цифровими інтерфейсами. Ідентифікація фізичних об'єктів підприємства.

З вищезазначеного огляду пропонується в наступному:

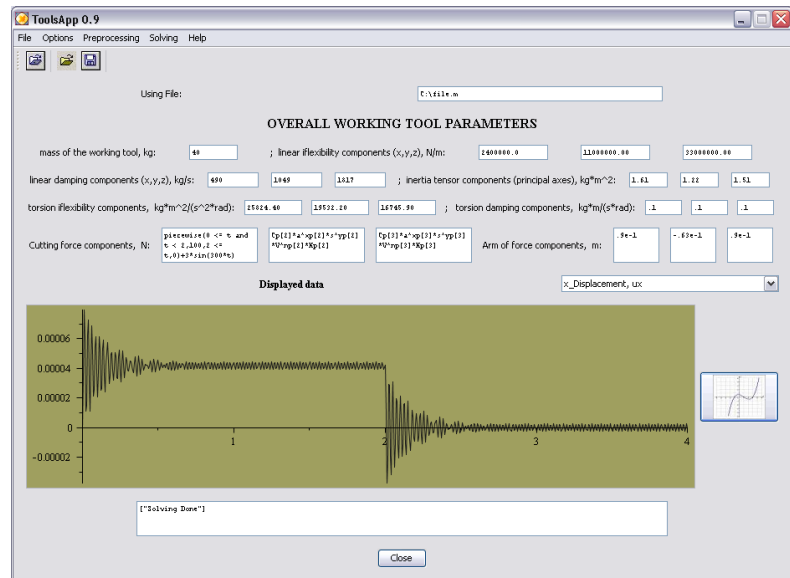
Забезпечення за допомогою мобільних платформ синхронізації даних автоматизованої системи планування та даних, отриманих від обладнання, оперативне корегування планів. Забезпечення достовірності та корисності оперативної інформації.

Перехід до завдань планування в реальному масштабі часу на основі достовірної інформації про хід виробничих процесів.

Забезпечення автоматичної реакції системи управління на більшість виробничих ситуацій. Тобто це рішення, яке вироблено індивідуально для конкретного обладнання, яке індивідуально налаштовується і завдяки цьому система зможе запускати автоматичні реакції на виробничі події з виробництва. Пропонується використовувати портативний віброметр фірми ADL у поєднанні з авторською програмою «ToolsApp» (рис. 3), що призначено для аналізу динаміки механічних систем - машин, механізмів і обладнання [3, 4].



а)



б)

Рисунок 3 – Наявні на кафедрі Автоматизації, робототехніки і мехатроніки ХНТУ вимірювальні засоби (а) і програмне забезпечення (б)

В результаті вивчення виробничих задач промислового сектору херсонських підприємств, устаткування, технологій, допоміжного обладнання, служб налагодження і ремонту визначено необхідність створення комп'ютерної системи моніторингу та діагностики технічного стану підшипникових вузлів. Найбільш підготовленими до цього є цифрові системи вимірювання вібрацій із застосуванням акселерометрів, що використовуються як портативні. Необхідна побудова цифрового двійника підприємства (Digital Twin). Рішення завдання візуалізації реального стану справ на підприємстві. Вироблення чітких правил, за якими можна виявити відхилення від норми, що відбулися при виконанні виробничих і бізнес-процесів. Визначено устаткування на підприємстві, де будуть встановлено засоби віброаналізу, система передачі та накопичення даних, планується диспетчеризація на рівні створення цифрового двійника роторних та обертальних пар комплексу всього обладнання підприємства.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Sheng S. Report on wind turbine subsystem reliability– a survey of various databases. *National Renewable Energy Laboratory*. 2013. Corpus ID: 112302697.
2. Zusman G. Universal Single Sensor for Machinery Condition Monitoring: Vibration, Bearing Health and Temperature. *19th World Conference on Non- Destructive Testing (WCNDT 2016)*. 2016. Issue 2016-07. URL: <https://www.ndt.net/search/docs.php3?id=19301> (дата обращения: 20.10.2021)
3. Scheffer C., Girdhar P. *Practical Machinery Vibration Analysis and Predictive Maintenance*. Newnes, Elsevier Ltd. All, 2004. 272 p. DOI: 10.1016/B978-0-7506-6275-8.X5000-0.
4. Randall R. B. *Vibration-based Condition Monitoring: Industrial, Automotive and Aerospace Applications*. West Sussex: Wiley, 2011. DOI: 10.1002/9780470977668
5. Русанов С.А., Дмитрієв Д.О., Подольський М.І. Комп'ютерна програма "ToolsApp", свідоцтво №57913.

МОДЕРНІЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ АПАРАТІВ МЕЛЕННЯ КАВОВИХ ЗЕРЕН

Кавомашини є невід'ємною частиною кавової індустрії та культури споживання кави і інших напоїв на основі кавових зерен. З роками розвитку технологій, вимог споживачів та ринку, конструкції кавомашин стали все більш складними та різноманітними [1-4]. Проте, не зважаючи на це, процес приготування кави залишається майже незмінним. У зв'язку з цим, розвиток цієї індустрії потребує інтелектуалізації, розробки, модернізації та запровадження «розумного» обладнання для приготування кави, а удосконалення конструкцій кавомашин та пристроїв для мелення кавових зерен на принципах автоматизації та синхронізації інтерфейсного діалогу з людиною стає надзвичайно важливим. До основних напрямів удосконалення конструкцій кавомашин, що дозволяють забезпечити кращий смак кави та зручність використання для користувачів відноситься [6-8]:

- Використання сучасних технологій - можна використовувати сенсорні екрани для керування кавоваркою, підключення до Інтернету, штучного інтелекту та інших сучасних функцій для забезпечення більш зручної та ефективної роботи.
- Додавання додаткових налаштувань температури і тиску для більш точного управління процесом приготування напою. Це може дозволити бариста точніше налаштувати смак і аромат еспресо залежно від уподобань клієнтів.
- Впровадження автоматичних систем чищення та обслуговування для спрощення процесу догляду за машиною. Це може зменшити витрати на обслуговування і продовжити термін служби пристрою.

В даній роботі на основі прототипу Fiorenzato F64EVO [5] було створено нову кавомолку-автомат, яка має кращі технічні характеристики та інтелектуально-функціональні можливості. Raspberry Pi складає основу для управління з можливостями для під'єднання датчиків і керування актуаторами, такими як мотор для перемелювання зерен кави (рис.1).



Рисунок 1 – Друк і складання корпусу дослідного зразка кавомолки автомату

Завдяки високій продуктивності Raspberry Pi, можна додавати інтелектуальні смарт-функції. Щоб користувачі могли обирати кількість кави відповідно до їхніх уподобань, для цього застосовано 5-дюймовий сенсорний дисплей. Це робить керування кавомолкою зручним та інтуїтивно зрозумілим. У результаті, нова інтелектуальна кавомолка на Raspberry Pi є інструментом, який дає змогу створювати ідеальні напої, а також керувати ним із будь-якої точки світу. До інноваційних власних ідей відноситься: підтримка nfc який кріпиться на холдер і за рахунок цього кавомолка може определяти яку порцію висипати; синхронізація з

кавомашиною для зміни параметрів помолу; підказки від ШІ які параметри треба змінити для більш якісного приготування кави;

На першому етапі створення точної 3D-моделі корпусу з урахуванням розмірів розумної кавомолки використано САПР системи Autodesk Fusion 360 та SolidWorks, які дозволяють створювати точні 3D-моделі (рис. 2).

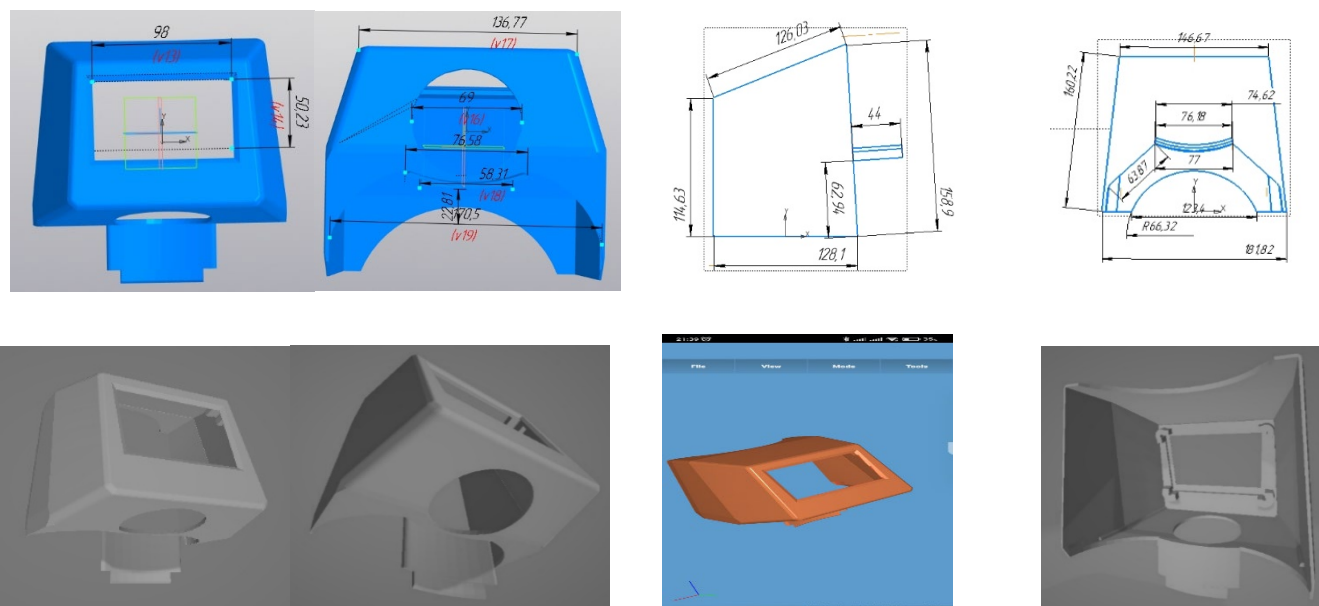


Рисунок 2 – Основні розміри корпусу та підготовленої 3D моделі для виготовлення

Після перевірки 3D-моделі, налаштовано параметри друку на 3D-принтері. Це включає вибір матеріалу, роздільної здатності друку та швидкості друку, які дозволяють підібрати оптимальні параметри для моїх потреб (рис.3).

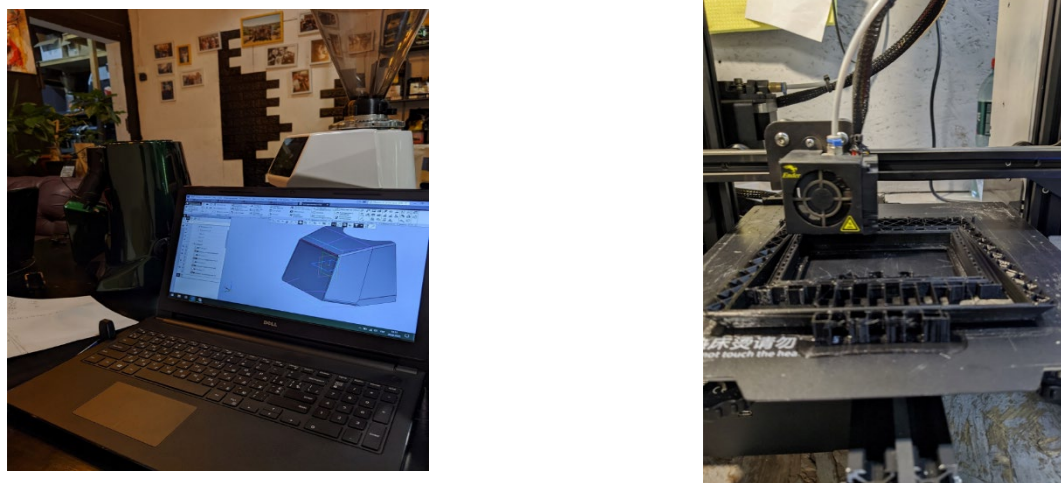
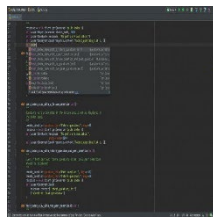


Рисунок 3 – Моменти друку (виготовлення) нового корпусу

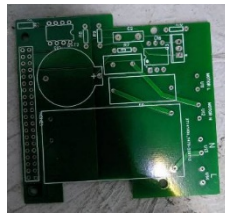
Програма керування написано особисто у середовищі Python, оскільки Raspberry Pi, на якому запускається програма, оптимізований саме під цю мову програмування. В процесі розробки програми я використовував модулі справжнього часу, такі як datetime та time, щоб забезпечити точність та надійність функцій, які працюють з часом.

Заплановано додати Wi-Fi модуль, який забезпечить дистанційний контроль через мобільний застосунок або браузер, а також це зробить її більш цікавою для арендаторів. Крім

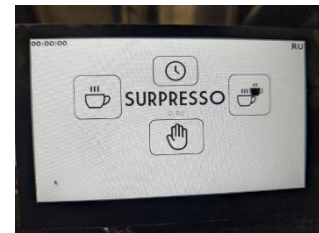
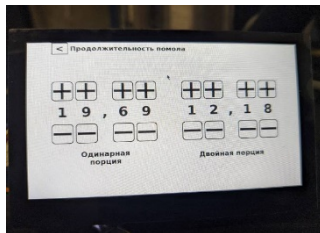
того, завдяки Wi-Fi модулю можна буде оновлювати програмне забезпечення кавомолки, додавати нові функції та покращувати її роботу.



а)



б)



в)

Рисунок 4 – Загальний вигляд вікна компілятора програми для керування сенсорним дисплеєм (а), плата керування raspberry pi model B+і монтажна схема (б), Елементи розробленого інтерфейсу сенсорного керування прототипу модернізованої кавомолки автомату (в)

Розглянуто принцип роботи та устрій сучасного обладнання для приготування кавових напоїв, зокрема, проведено аналітичний огляд апаратів для зелення кавових зерен та перспективи їх удосконалення. Створено конструкторсько-технологічну документацію, обрано програмно-апаратне забезпечення для виготовлення модернізованої кавомолки автомату із сенсорним керуванням. Виготовлено та протестовано роботу дослідного зразка модернізованої кавомолки автомату. Сформульовано технічні пропозиції і переваги нового класу кавомашин для індустрії виготовлення, споживання та популяризації культури кавових напоїв.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Bezzera. (б.р.). Схема і принцип роботи професійної кавомашини. URL: <https://bezzera.com.ua/shema-i-pryntsy-roboty-profesijnoyi-kavomashyny/>
2. Кавоварка : KR100767077B1 : Корея : A47J31/44. №10-2006-0115060 ; заявл. 22.11.2006 ; опубл. 12.01.2007, Бюл. №2007/2. 15с.
3. Професійна кавоварка : CN108348102B : Китай : A47J31/42. №201710221554.8 ; заявл. 30.03.2017 ; опубл. 14.05.2019 ; Бюл. №2019/20. 25с.
4. Професійна кавоварка : HUE033024T2 : Угорщина : A47J31/42. №EP17197460.9 ; заявл. 31.03.2017 ; опубл. 24.01.2018 ; Бюл. №2018/04. 15с.
5. Fiorenzato F64EVO. URL: <https://www.fiorenzatogroup.com/prodotto/f64-evo/>, вільний (дата звернення: 29.04.2023).
6. R. Chahanovich, Y. Ostrovski, A. Kuzminskiy, A. Chistopolskiy, I. Orlov, A. Tyshchenko. Design and Experimental Study of a Coffee Grinding Machine. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), Volume-9 Issue-1, Oct 2019.
7. A. Yeganeh, M. Akbari, M. R. Khosravi, M. S. Sabet. The effect of particle size on espresso coffee foam and comparison of its stability with milk foam. Journal of Food Engineering, Volume 120, 2014.
8. S. A. Ismail, M. S. Hamdi, S. S. A. Latif, N. F. Mat, N. F. Tumirin, A. A. Kamaruddin. Design and Development of a Compact Coffee Grinding Machine for Academic Purpose. MATEC Web of Conferences, Volume 90, 2017.

МОБІЛЬНА РОБОТИЗОВАНА ПЛАТФОРМА ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

На теперішній час розробка і впровадження мобільних роботизованих платформ для дистанційного дослідження параметрів навколишнього середовища та методів керування ними є дуже актуальною науково-технічною задачею, оскільки дозволяє здійснювати дослідження параметрів навколишнього середовища з використанням передових технологій. Мобільні роботизовані платформи можуть бути оснащені різноманітними датчиками для вимірювання різних параметрів, таких як температура, вологість, рівень забруднення повітря, рівень шуму тощо. Розробка та застосування таких платформ може сприяти покращенню управління довкіллям, прийняттю обґрунтованих рішень у сфері екології та зменшенню негативного впливу людської діяльності на природне середовище.

В контексті війни в Україні, даний напрямок дослідження набуває ще більшої актуальності. Такі технології можуть бути корисними для оцінки наслідків воєнного конфлікту на природне середовище та розробки стратегій відновлення екологічної стабільності після завершення конфлікту.

Об'єктом дослідження є процес дистанційного дослідження технологічних параметрів навколишнього середовища за допомогою мобільної роботизованої платформи.

Предметом дослідження є моделі та методи підвищення ефективності процесів керування мобільною роботизованою платформою для дослідження параметрів навколишнього середовища.

Задачею дослідження є розробка роботизованої платформи з можливістю як автономної роботи, так і з повним або частковим дистанційним керуванням. Тобто, на пристрої, що має змогу підключитися по Bluetooth (мобільний телефон, персональний комп'ютер, ноутбук), можна подивитися значення параметрів, що досліджуються, а саме: освітленість, температура та вологість повітря та наявність металевих об'єктів поблизу платформи, також можна обрати, які саме параметри слід відображати в даний момент часу. Крім цього, керувати мобільною роботизованою платформою оператор має змогу також через вище вказаний пристрій [1, 2].

Структура мобільної роботизованої платформи для дистанційного дослідження параметрів навколишнього середовища, що представлена на рис. 1, має такі рівні: вимірювальної взаємодії та контролюючий.

Рівень взаємодії поділяється на наступні підрівні:

- вимірювальні пристрої, такі як датчик вологості та температури повітря (АНТ20), індуктивність, модуль годинника реального часу для синхронізації даних (RTC. PCF8563), фоторезистор, модуль Bluetooth для передачі значення параметрів на пристрій та керуванням платформою оператором;
- актуатори, такі як сервоприводи з металевим редуктором, що розраховані на підйом близька 90 грам кожний (12 штук), динамік, для сигналізації про знаходження поблизу металевих об'єктів.

Рівень взаємодії виконує наступні функції:

- збір та синхронізація даних;
- протокольний мережевий обмін інформацією з мікроконтролером;
- сигналізація про знаходження металевих об'єктів.

Контролюючий рівень – це апаратна обчислювальна платформа Arduino Nano на мікроконтролері ATmega328 та пристрій з підтримкою Bluetooth, що виконують:

- збір даних з датчиків і зберігання даних у пам'яті мікроконтролера;
- алгоритмічну обробку;

- реалізацію керуючих сигналів по закладеним алгоритмам на керуючі пристрої;
- візуалізацію інформації;
- протокольний мережевий обмін даними з датчиками;
- керування рухом платформи.

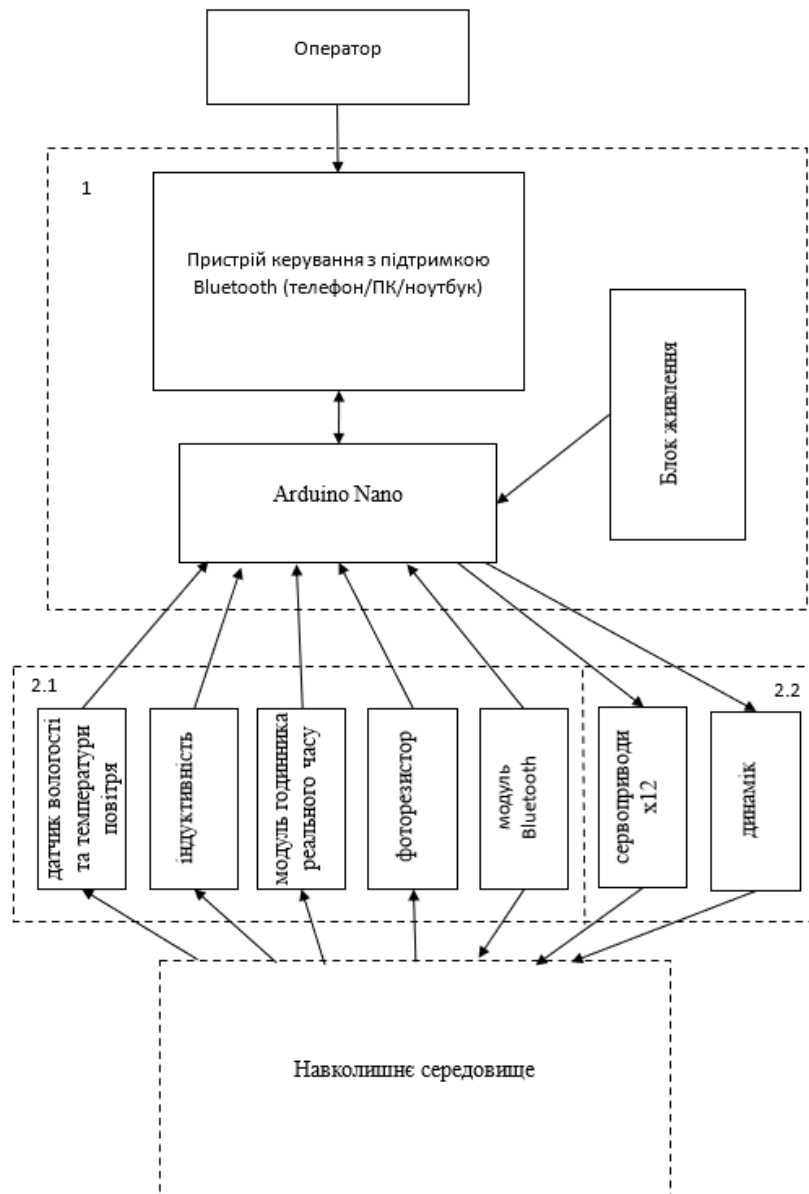


Рисунок 1 – Структура мобільної роботизованої платформи для дистанційного дослідження параметрів навколишнього середовища:
1 - контролюючий рівень, 2 – рівень взаємодії
(2.1 – датчики; 2.2 – актуатори (виконавчі механізми))

Механічна частина проектованої платформи складається зі складного механізму, що має правильну геометричну структуру. Кожна частина цієї системи виконує свою функцію для забезпечення оптимального руху та функціонування. Зазвичай механізми цього типу застосовуються у робототехніці, де важлива точність та контроль руху. Гнучкість управління таким механізмом дозволяє реалізувати різноманітні завдання, від підйому та перенесення вантажів до точних маніпуляцій та монтажних робіт [3]. 3D модель розроблюваної мобільної роботизованої платформи для дистанційного дослідження параметрів навколишнього середовища наведено на рис. 2.

З метою досягнення поставленої задачі дистанційного дослідження технологічних параметрів навколишнього середовища за допомогою мобільної роботизованої платформи розроблено програмне забезпечення для мікроконтролера. У розроблюваній системі є можливість швидкої зміни проектного програмного забезпечення, призначеного для користувача, без порушення функціонування системи. Мобільна роботизована платформа для дистанційного дослідження параметрів навколишнього середовища має гнучку структуру. Зазначена система може бути запрограмована для виконання різноманітних завдань у відповідності до конкретних потреб. Вона може автономно виконувати певні послідовності дій або реагувати на зовнішні стимули, такі як датчики оточуючого середовища або команди оператора [4, 5].

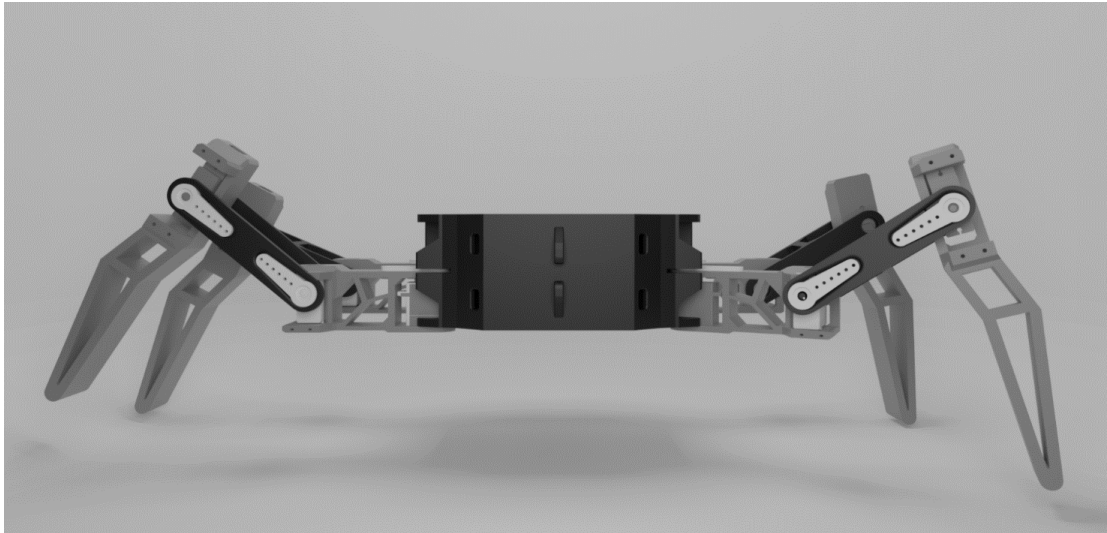


Рисунок 2 – 3D модель мобільної роботизованої платформи для дистанційного дослідження параметрів навколишнього середовища

В якості етапу подальшої роботи, планується аналіз кінематики та розробка алгоритмів ефективного керування проектованою мобільною роботизованою платформою для дистанційного дослідження параметрів навколишнього середовища. Щоб система була ефективною та надійною, важливо також врахувати міцність та легкість матеріалів конструкції, а також стійкість до зношування. Висока якість матеріалів та прецизійне виготовлення дозволяють підтримувати оптимальну продуктивність системи протягом тривалого часу без значного зниження її ефективності [6].

ЛІТЕРАТУРА:

1. Володарський С.Т., Кухарчук В.В., Поджаренко В.О., Сердюк Г.Б. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю: Навч. посібник. Вінниця, ВДТУ, 2001. 244 с.
2. S. Monk, "Arduino + Android Projects for the Evil Genius: Control Arduino with Your Smartphone or Table", Eds. McGraw Hill TAB, 2011, pp. 209-220.
3. Трегуб В. Г. Проектування систем автоматизації: навч. посібник. К.: Видавництво Ліра-К, 2017. 344 с.
4. Омельчук А.А., Лебеденко Ю.О., Рудакова Г.В. Проблеми узгодженого керування складною електромеханічною системою. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. К.: НУХТ, 2013. №49. С. 19-23.
5. Пушкар М.С., Проценко С.М. Проектування систем автоматизації: навч. посібник. Д.: Національний гірничий університет, 2013. 268 с.
6. Куценко А.Г., Бондар М.М., Чаусов М.Г., Пилипенко А.П. Прикладна механіка (опір матеріалів): навч. посібник. К.: Видавництво Центр навчальної літератури, 2019. 236 с.

ЗАСОБИ СТВОРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ В КОНЦЕПЦІЇ ІНДУСТРІЇ 4.0

В умовах суттєвих перетворень економіки України, орієнтирами яких виступають економічні моделі країн-членів Європейського Союзу, однією з актуальних проблем є забезпечення її конкурентоспроможності та її піднесення на основі використання можливостей Індустрії 4.0 [1-6]. Індустрія 4.0 має своїм підґрунтям подальший розвиток і впровадження цифрових технологій. В даній роботі з навчальною метою проводилось технологічна підготовка виробництва деталі «Опора» (рис.1) з розробкою дільниці механообробного цеху з використанням CALS-технологій середовищі Siemens Tecnomatix, що є сучасним інструментарієм засобів Індустрії 4.0.

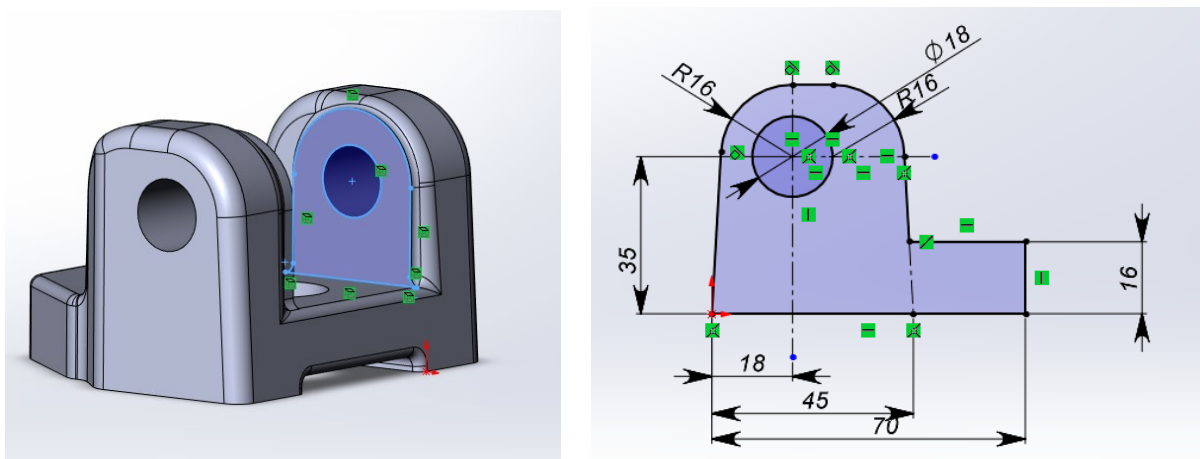


Рисунок 1 – 3D модель деталі «Опора» для проектування механообробної дільниці

«Розумне виробництво», поряд з Промисловим Інтернетом Речей, лежить в основі Індустрії 4.0 (Industry 4.0). Таку назву отримала програма німецького уряду з розвитку високих технологій. Характерна риса Індустрії 4.0 — повністю автоматизовані виробництва, на яких керівництво всіма процесами здійснюється в реальному масштабі часу і з урахуванням мінливих зовнішніх умов [7-9]. Оскільки поняття «розумне виробництво» досить розпливчате, іноді під ним розуміють активну роботизацію, автоматизацію більшості виробничих і управлінських процесів і навіть просто інновації, а перехід до нього відбувається в кілька етапів, що займають не один рік.

«Розумні» заводи – високоцифрові виробництва, в яких впроваджено такі технології, як: аналітика, робототехніка штучний інтелект а також він здатний працювати автономно із здатністю самокорекції. Подібні виробництва вважають важливим результатом Індустрії 4.0. Фабрики майбутнього (Factory of the Future) прийнято поділяти на три основні типи — цифрові (Digital), «розумні» (Smart) і віртуальні (Virtual). Основне завдання Цифровий Фабрики — розробка моделей, що випускаються з використанням засобів цифрового проектування і моделювання. Названі засоби починають використовувати ще на стадії досліджень і розробок, а закінчують створенням «цифрового макета» (Digital Mock-Up, DMU), «цифрового двійника» (Digital Twin), дослідницького зразка, випуском дрібної серії або окремих виробів під вимоги замовника [10].

Нижче розглянуто елементи «розумного» виробництва використані згідно завдання випускної кваліфікаційної роботи бакалавра Островського Б.І. за спеціальністю 131-

Прикладна механіка. Першим об'єктом, який створюється в імітаційній моделі дільниці є «Source» – джерело постачання деталей, які надалі будуть переміщуватись у виробничій системі. Надалі відбувається розміщення моделей декількох верстатів як об'єктів SingleProc. Видалення деталі з виробничої системи - це може бути склад готової продукції, дільниця відвантаження [11].

Розміщені об'єкти з'єднані за допомогою елемента «Connector». Елементи типу «Connector» визначають переміщення деталей між станціями виробничої системи, тобто потік матеріалів (рис. 2).

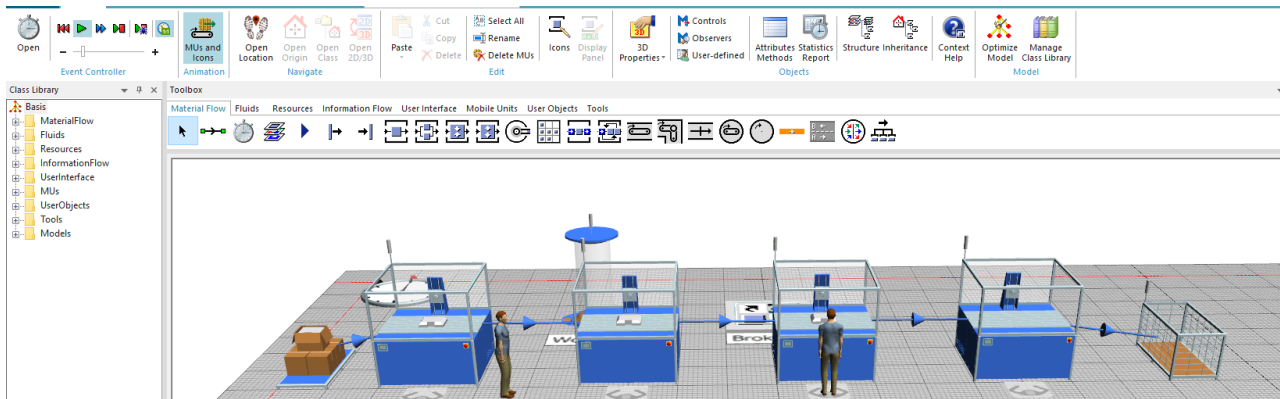


Рисунок 2 – Імітаційна модель дільниці виготовлення деталі «опора» в середовищі Siemens Tecnomatix

В реальності верстати можуть в процесі роботи виходити з ладу. Змінити налаштування доступності обладнання можна або для кожного об'єкта окремо, або для всіх об'єктів одного класу одночасно. В результаті повторного моделювання отримуємо більш реалістичну картину роботи обладнання, в якій присутні: відмови, простой і блокування. Статистика випуску продукції також змінилась. Спостерігалось відповідне зменшення пропускної здатності та інших характеристик роботи системи (рис.3) [12, 13].

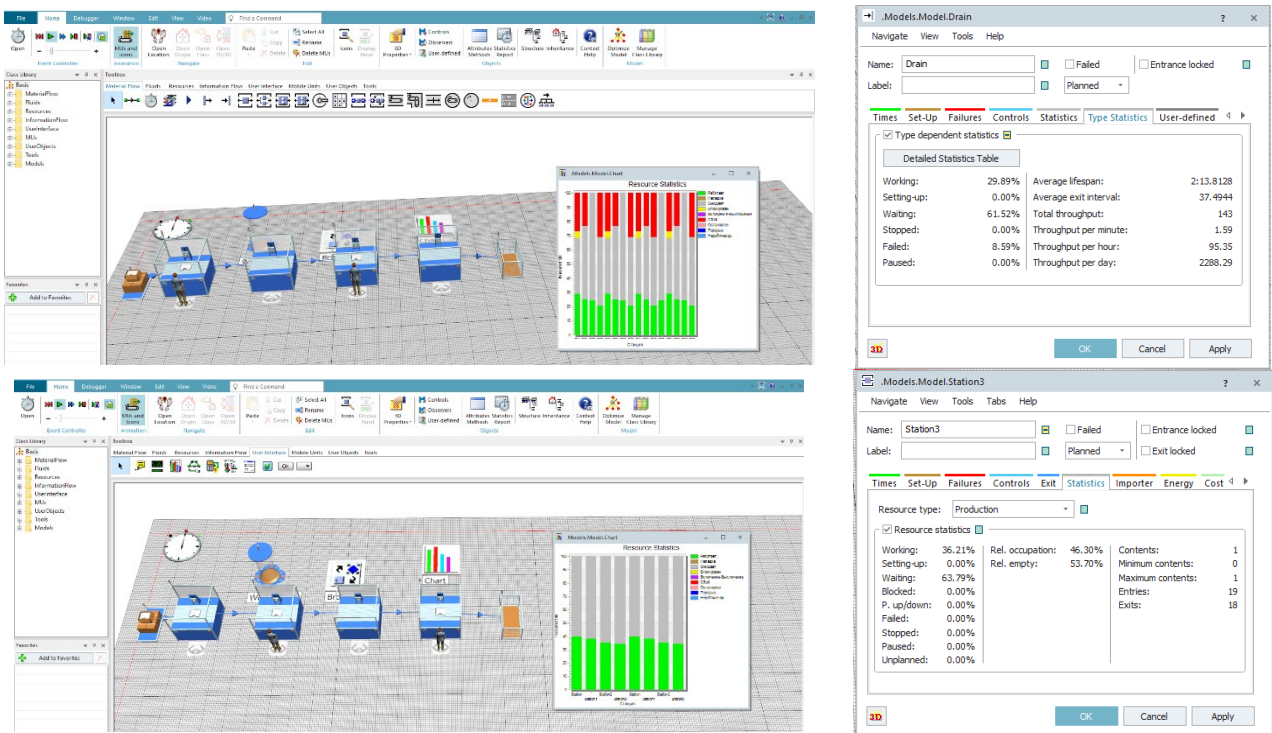


Рисунок 3 – Статистика завантаження обладнання після корекції моделей

Надалі в якості технологічної підготовки створено цифровий двійник деталі і виконано автоматизоване генерування керуючих програм в системі SolidWorksCAM. Нижче наведено фрезерування уступів вух деталі «опора» на фрезерному верстаті з ЧПК Haas VF3. Прийнято наступні налаштування параметрів виконання операції:

1. Налаштування (вибір) інструменту – кінцева монолітна твердосплавна фреза $d=12$ мм, число зубів -4.
2. Налаштування параметрів обробки контуру стінок «провушин» - однократна обробка, попутне фрезерування, схема обробки – зигзаг, глибина проходів в глибину – 6мм (рівний крок).
3. Уточнення режимів обробки -швидкість різання – 226 м/хв; оберти шпинделя – 6000 об/хв; подача на зуб фрези – 0,03 мм/зуб; хвилинна подача фрези при контурному фрезеруванні – 750 мм/хв.
4. Інші параметри, наприклад підведення і виведення інструменту призначені за замовченням.
5. Вихідні параметри операції вказані на вкладці «Оптимізація» (загальний час обробки – 1,45 хв).

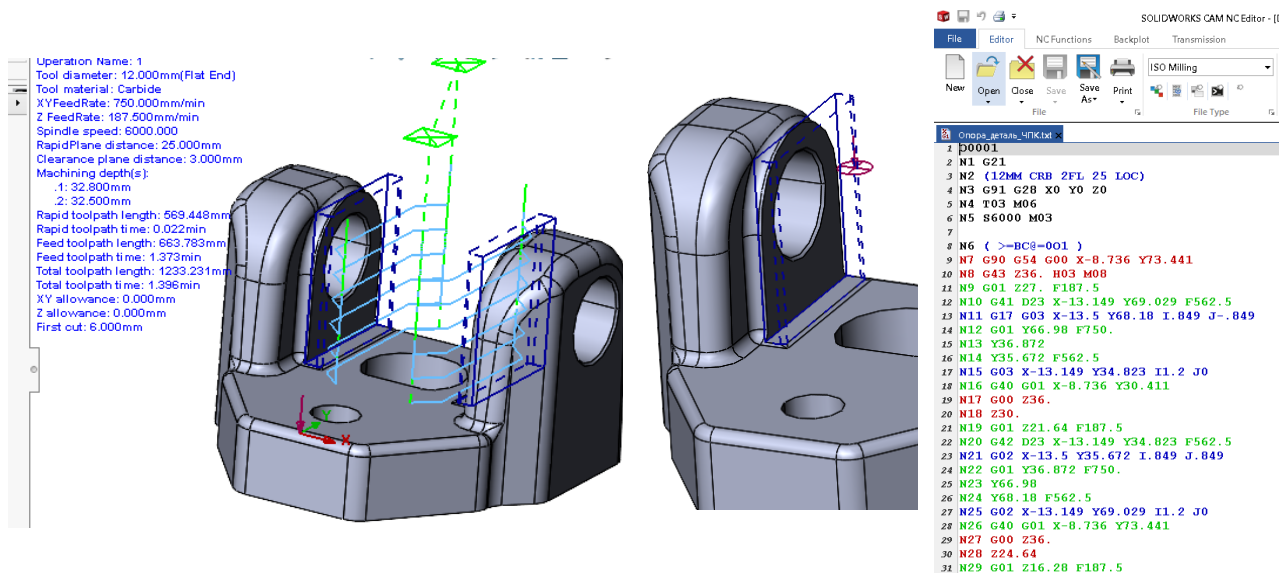


Рисунок 4 – Генерування траєкторії руху інструменту і програми керування оброблюваних елементів

Індустрія 4.0 – провідний автоматизовано- технологічний тренд, який базується на впровадженні його і бізнес- процеси в теперішньому часі, а також враховує зміни зовнішніх та внутрішніх факторів. «Розумні» фабрики націлені на серійний випуск виробів, але при збереженні максимальної гнучкості виробництва. Забезпечується це завдяки високому рівню автоматизації і роботизації підприємства.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Ангел Є., Кравчук В. Яка промислова політика потрібна Україні для переходу до Індустрії 4.0? Дзеркало тижня. 2019. № 13.
2. Войтко С.В. Реалізація освітнього та промислового потенціалів України у глобальних умовах Індустрії 4.0. Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». 2019. № 16. С. 360-369.
3. Грінько І. М. Ефективність реалізації стратегій державного рівня в консолідації експертів Індустрії 4.0. XVI МНПК «Міжнародне науково-технічне співробітництво: принципи, механізми, ефективність». 2020. С. 120-122.
4. Калита П. Україна і четверта промислова революція: загрози та можливості. Дзеркало тижня. 2016. № 43-44.
5. Новак І., Покотилєнко Р. Зайнятість в Індустрії 4.0: визначаємо національні пріоритети. 2019. № 3.

6. Скілько В.І. Індустрія 4.0 як промислове виробництво майбутнього. *Інвестиції: практика та досвід*. 2016. № 5. С. 33-40.
7. Скоробогатова Н.Є. Концептуальні засади формування сталого розвитку суспільства в контексті Індустрії 4.0. *Економічний вісник НТУУ «КПІ» : збірник наукових праць*. 2019. № 16. С. 388–400.
8. Філіп Штеден, Роберт Кірхнер Індустрія 4.0 – Огляд та наслідки для політики. *German Advisory Group Ukraine. Серія аналітичних записок [PB/06/2018]*. URL: https://www.beratergruppe-ukraine.de/wordpress/wpcontent/uploads/2018/08/PB_06_2018_ukr.pdf
9. Войтко С.В., Фролова А.А. Трансформації національної економіки України в площині розвитку головних кластерів на засадах Індустрії 4.0 в постCOVID'ний період. *Інноваційна економіка: Науково-виробничий журнал*. Тернопіль, 2020. № 5-6. С. 36-42.
10. Смарт- промисловість: напрями становлення. Проблеми і рішення: монографія. В.П. Вишневський, О.В. Вієцька, О.А. Вієцький, О.А. Воргач, О.М. Гаркушенко, А.Ф. Дасів, М.Ю. Заніздр, Л.О. Збаразька, С.І. Князєв, Д.В. Липницький, А.А. Мадюк, Ю.О. Мазур, В.А. Нікіфорова, О.О. Охтень, О.В. Соколовська, С.С. Турлакова, В.Д. Чекина, Г.З. Шевцова, Т.В. Щетілова; за ред. В.П. Вишневського; НАН України, Ін-т економіки пром-сті. Київ, 2019. 464с.
11. Tecnomatix Plant Simulation: Compact Student Training. - Siemens PLM Software, 2017. 177 p.
12. Воронцов Б.С. Впровадження імітаційного моделювання логістики технологічних процесів в навчальний процес. *Форум інженерів механіків XXI МНТК "Прогресивна техніка, технологія та інженерна освіта"*, 2020. С. 231 –237
13. Кришук А.С. Забезпечення роботи транспортної системи з міжопераційними накопичувачами у ГАВ:Магістерська дисертація. *КПІ ім. Ігоря Сікорського*. 2018. 43 с. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/31115/5/Kryshhuk_magistr.pdf

AUTODESK ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS: НОВИЙ РІВЕНЬ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ПО РОЗРАХУНКУ КОНСТРУКЦІЙ В ПІСЛЯВОЄННОМУ ВІДНОВЛЕННІ РЕГІОНУ

Autodesk Robot Structural Analysis - програмний продукт нового рівня для комплексного вирішення завдань з розрахунку стійкості моделей конструкцій.

Використання віртуального моделювання для відновлення виробничих та інших споруд в Україні має наступні переваги:

- Точність: Віртуальне моделювання дозволяє створити детальну та точну модель будівлі або споруди, що допомагає у реалістичному відтворенні їх стану та властивостей.
- Швидкість: Віртуальне моделювання дозволяє швидко відтворити структуру будівлі та провести розрахунки без необхідності фізичного втручання.
- Ефективність: Завдяки віртуальному моделюванню можна швидко визначити оптимальні шляхи відновлення та зменшити витрати на ремонтні роботи.
- Безпека: Віртуальне моделювання дозволяє провести аналіз безпеки будівлі та виявити потенційні проблемні зони до початку фізичних відновлювальних робіт.
- Інновації: Використання віртуального моделювання в контексті відновлення споруд дозволяє впроваджувати нові технології та інновації для покращення якості та тривалості будівельних робіт.

Ці переваги допомагають забезпечити ефективне та якісне відновлення виробничих та інших споруд в Україні за допомогою віртуального моделювання.

Autodesk Robot Structural Analysis – це програмний комплекс, створений спеціально для інженерів-конструкторів у галузі будівельного проектування. Цей продукт є повноцінним рішенням, яке забезпечує фахівцям, які займаються міцнісними розрахунками, всі необхідні інструменти для вирішення різноманітних завдань.

З впевненістю можна стверджувати, що сучасна версія Autodesk Robot Structural Analysis є результатом довгого розвитку та досвіду використання цього продукту. Першою комерційною версією рішення від компанії Robobat був Robot Structures, випущений у 1985 році. Через шість років з'явилася наступна версія під назвою Robot V6, яка була доступна в 40 країнах світу. Потім слідували версії Robot 97 і Robot Millennium. З кожним оновленням програма робила значущі кроки вперед як у функціональності, так і в зручності використання. В результаті у 2008 році компанія Autodesk придбала права на програму і назвала її Autodesk Robot Structural Analysis, включивши в неї важливі функції комплексного BIM-рішення Autodesk.

Про можливості Autodesk Robot Structural Analysis не можна сказати все в одній статті через його складність, але ми спробуємо розповісти про основні функції. Програми для розрахунків зазвичай прив'язані до певних регіонів, але Autodesk Robot Structural Analysis не має таких обмежень: він підтримує багато мов і норм проектування. Це унікальний додаток, в якому можна налаштувати регіональні параметри (норми, бази даних), робочу мову і мову виводу на друк.

По-перше, важливо відзначити зручний та дружелюбний сучасний інтерфейс, який користувач може налаштувати відповідно до своїх потреб, починаючи від мови, кольору екрану і меню, закінчуючи необхідними одиницями вимірювання та стилями друку. Створення моделі конструкції є одним з найскладніших етапів підготовки до розрахункового процесу. Призначення розбивочних осей дозволяє правильно розмітити робочий простір моделі для зручності подальшого розташування конструктивних елементів.

Надані різновиди конструкцій:

- Конструкції, що складаються з стержнів (ферми, рами, ростверки з урахуванням пружної основи).
- Поверхневі конструкції (пластини, оболонки) з плоским напруженим станом, плоскою деформацією та осью симетрії.
- Конструкції з об'ємних елементів.
- Змішані конструкції, що включають стержні та плити, оболонки та об'ємні елементи.

Програма надає широкі можливості вибору матеріалів для елементів конструкцій - як стандартних, взятих з готових бібліотек, так і заданих користувачем за певними параметрами. Крім того, можна використовувати бібліотеки типових конструкцій для швидкого параметричного моделювання об'єктів різної геометрії, таких як ферми, рамні конструкції, плити та оболонки.

Панель редагування надає можливість використовувати звичні для будь-якого графічного редактора опції переміщення, обертання, копіювання, розділення тощо.

Різноманітні варіанти визначення та застосування навантажень дозволяють створювати різні впливи (статичні, динамічні, сейсмічні, гармонічні, температурні, рухомі) на розрахункову конструкцію. Бібліотека основних навантажень від стандартних будівельних матеріалів спрощує процес визначення та призначення ваги на покриття та перекриття. У процесі розрахунку використовуються як автоматичні, відповідно до обраних норм, так і ручні комбінації навантажень.

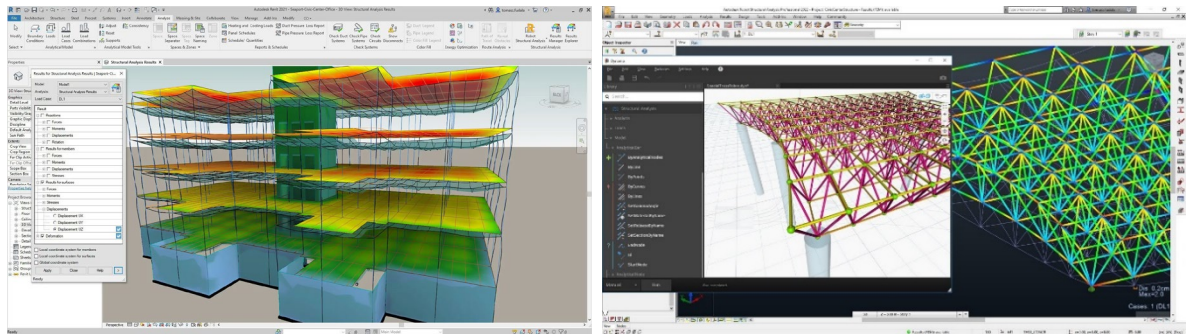


Рисунок 1 – Інтерфейс ПЗ Autodesk Robot Structural Analysis

Широкий спектр граничних умов дозволяє повністю відтворити модель опору конструкції. Однією з головних переваг програми є автоматизоване розбиття сітки KE з використанням передових алгоритмів. Це дозволяє виконувати розбиття сітки швидко і з високою якістю. У разі потреби можна виконати ручне створення параметрів сітки KE для кожної пластини, використовуючи методи Кунса і Делано. Для поверхневих елементів сітка розбивається на трикутні і чотирикутні KE, а для об'ємних елементів - на чотирикутні і восьмикутні KE. Для збільшення щільності сітки KE в характерних точках використовують емітери.

Існує безліч різних типів розрахунків, які можуть бути виконані. Серед них можна виділити статичний розрахунок, який може бути як лінійним, так і нелінійним, динамічний розрахунок, що включає розрахунок форм коливань, гармонійний, сейсмічний, спектральний і часовий, а також аналіз рівноваги. Застосування передових алгоритмів розрахунку дозволяє значно прискорити і оптимізувати процес розрахунків на сучасних багатоядерних процесорах.

За допомогою програми можна досліджувати результати розрахунків за допомогою графічної інформації, таблиць та анімації. Широкий спектр налаштувань фільтрації дозволяє аналізувати лише цікаву користувачу інформацію, а багатовіконний режим відображення демонструє різні дані та проєкції моделі. Потім отримані результати можуть бути використані в модулях проєктування програми з урахуванням національних норм.

У модулі сталевого проєктування можна оптимізувати та вибирати реальні секції елементів металоконструкцій на основі внутрішніх зусиль, а також розраховувати вузли з'єднання елементів.

Модуль залізобетонного проєктування дозволяє визначити теоретичну площу армування залізобетонних елементів (балок, колон, плит, фундаментів), а також виконати в них розкладку фактичного армування. Результати армування можуть бути виведені на друк у вигляді попереднього креслення.

Значущою перевагою продукту є можливість прямої двосторонньої взаємодії з програмою Autodesk Revit Structure. Передача аналітичної моделі з Autodesk Robot Structural Analysis в Autodesk Revit Structure відбувається за допомогою спеціальної опції. Варто відзначити, що на даний момент зв'язок реалізований повністю. З Autodesk Revit Structure в Autodesk Robot Structural Analysis передаються елементи конструкції, навантаження і граничні умови, що дозволяє відразу приступити до розрахунків. Після завершення розрахунків конструкцію з внесеними змінами в Autodesk Robot Structural Analysis можна оновити в Autodesk Revit Structure. Ця двостороння взаємодія постійно поліпшується з кожною новою версією обох програм, забезпечуючи зручний зв'язок між проєктуванням та розрахунками.

Модуль Simplified Seismic Analysis у програмі Autodesk Robot Structural Analysis Professional (далі - Robot) дозволяє інженерам-конструкторам виконувати спрощений сейсмічний аналіз конструкцій. Цей інструмент корисний для оцінки впливу сейсмічних навантажень на різноманітні будівельні конструкції, забезпечуючи швидкий і точний аналіз.

Перш ніж розпочати, переконаємось, що модель будівлі або конструкції вже створена у Robot. Перевіримо всі матеріали, перерізи, навантаження та геометрію, щоб уникнути помилок у розрахунках.

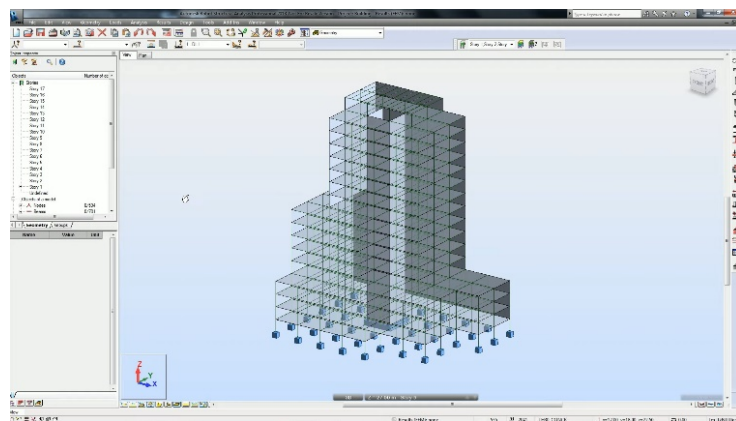


Рисунок 3 – Побудова моделі будівлі

Вибір методу аналізу. У Robot вибираємо модуль Simplified Seismic Analysis. Це можна зробити через меню аналізу. Вам буде запропоновано вибрати між різними методами сейсмічного аналізу, доступними в програмі. Для спрощеного аналізу виберіть відповідний метод, який найкраще відповідає вашим потребам та вимогам проєкту.

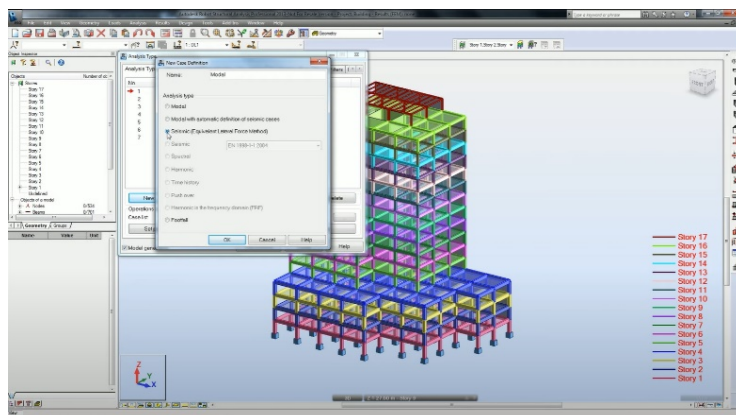


Рисунок 4 – Вибір методу дослідження

Встановлення параметрів сейсмічного аналізу. Після вибору методу аналізу, наступним кроком є встановлення параметрів сейсмічного аналізу. Це включає визначення сейсмічних зон, типу ґрунту, коефіцієнтів відповіді та інших важливих параметрів, які впливають на сейсмічний аналіз. Robot надає можливість використовувати як стандартні, так і користувацькі параметри для більш точного аналізу.

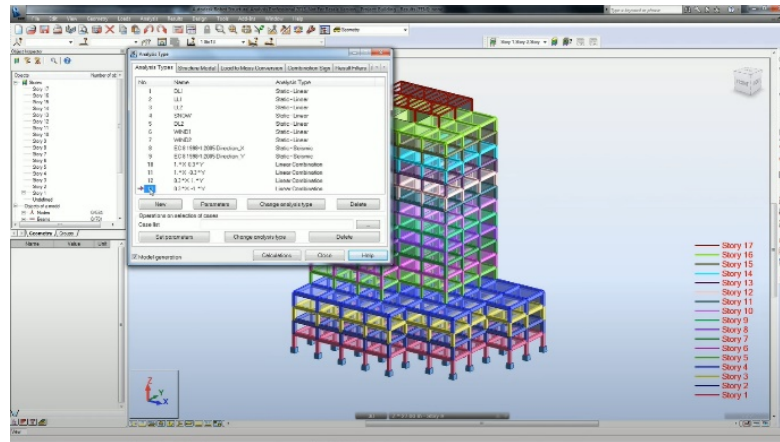


Рисунок 5 – Встановлення параметрів сейсмічного аналізу

Виконання аналізу. З установленими параметрами, тепер можна виконати сейсмічний аналіз. Robot автоматично обчислює сейсмічні навантаження та їх вплив на конструкцію. Програма забезпечує детальні результати, включаючи навантаження, моменти, переміщення та інші критичні параметри, які допоможуть оцінити стійкість конструкції до сейсмічних впливів.

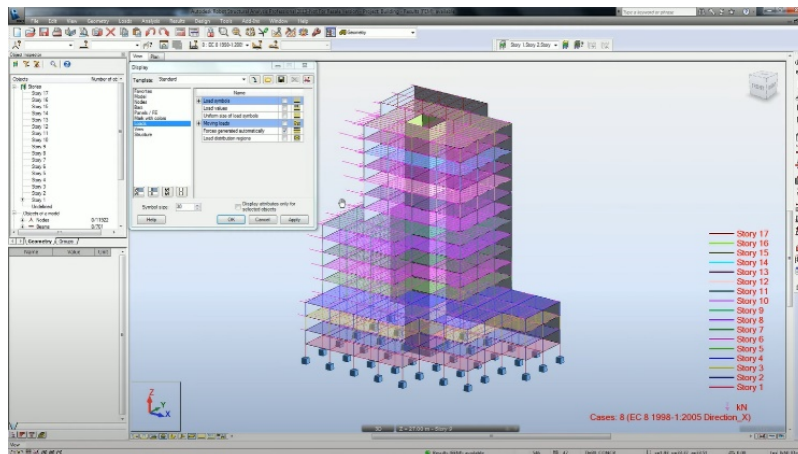


Рисунок 6 – Виконання аналізу

Аналіз результатів. Після завершення аналізу, важливо ретельно проаналізувати отримані результати. Robot надає різноманітні інструменти та графіки для візуалізації результатів, що дозволяє легко ідентифікувати потенційні проблемні зони. Перевірте, чи відповідають конструкційні елементи встановленим нормам та стандартам безпеки.

Наукове електронне видання

ХНТУ АРМ – 2024

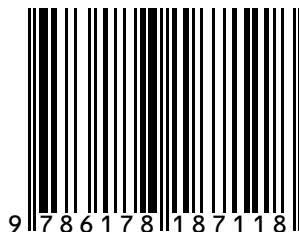
**Матеріали
ХІ Всеукраїнської
науково-практичної конференції
здобувачів вищої освіти
та молодих вчених
з автоматичного управління
присвячена Дню ракетно-космічної галузі України**

Праці конференції

ISBN 978-617-8187-11-8

(електронне видання)

ISBN 978-617-8187-11-8



Підписано до друку 08.04.2024 р. Формат 60×84 1/8.

Гарнітура Times New Roman.

Ум.друк.арк. 10,89. Обл.-вид. арк. 11,71.

Замовлення № 1952.

Видавництво ФОП Вишемирський В.С.
Свідоцтво серія ХС №48 від 14.04.2005
видано Управлінням у справах преси та інформації
73000, Україна, м.Херсон, вул. Соборна, 2,
тел. +38(050)-133-10-13, e-mail: printvvs@gmail.com