

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет



**КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ
НА ТРАНСПОРТІ ТА У ВИРОБНИЦТВІ**

**МАТЕРІАЛИ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ І МОЛОДИХ УЧЕНИХ**

23 листопада 2022 р.

Харків 2022

УДК 004:629:656:658

Комп'ютерно-інтегровані технології автоматизації технологічних процесів на транспорті та у виробництві. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених. – Харків, ХНАДУ, 2022. – 282 с.

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова

Богомолов В.О., проф., Україна, Харків

Заступники голови

Дмитрієв І. А., проф., Україна, Харків

Ефименко О.В., проф., Україна, Харків

Гурко О.Г. проф., Україна, Харків

ОРГАНІЗАТОР КОНФЕРЕНЦІЇ

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна.

ЧЛЕНИ ОРГКОМІТЕТУ

Paolo Mercorelli, Full Professor, Leuphana University, Germany

Vera Tyrsa, PhD, Autonomous University of Baja California, Mexico

Безкоровайний В.В., проф., Україна, Харків, ХНУРЕ

Бушуєв С.Д., проф., Україна, Київ, КНУБА

Гавриленко В.В, проф., Україна, Київ, НТУ

Годлевський М.Д., проф., Україна, Харків, НТУ «ХП»

Гурко О.Г., проф., Україна, Харків, ХНАДУ

Кононенко І.В., проф., Україна, Харків, НТУ «ХП»

Кириченко І.Г., проф., Україна, Харків, ХНАДУ

Лобур М.В., проф., Україна, Львів, НУ «Львівська політехніка»

Невлюдов І.Ш., проф., Україна, Харків, ХНУРЕ

Нефьодов Л.І. проф., Україна, Харків, ХНАДУ

Ніконов О.Я., проф., Україна, Харків, ХНАДУ

Овчаренко В.Є., проф., Україна, Харків, НДТІП

Петренко Ю.А., проф., Україна, Харків, ХНАДУ

Раскін Л.Г., проф., Україна, Харків, НТУ «ХП»

Тимчук С. О., проф., Україна, Харків, Державний біотехнологічний університет

Федорович О.Є., проф., Україна, Харків, НАУ «ХАІ»

Харченко В.С., проф., Україна, Харків, НАУ «ХАІ»

Чернов С.К., проф. (Україна, Миколаїв, НУК)

ЗМІСТ

стор.

СЕКЦІЯ 1

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	
РЕЗУЛЬТАТИ СТАТИСТИЧНОГО, ФІЗИЧНОГО І КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ВІРТУАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ МАЛОГАБАРИТНИХ НАВАНТАЖУВАЧІВ Вороновський Д.В.	11
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ АДСОРБЦІЇ ІШЛАКОВИМ СОРБЕНТОМ Грайворонський О. В., Грайворонська І. В.	16
МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СУШКИ ЗЕРНА В SCADA СИСТЕМІ Діденко А. С., Тимчук С.О.	21
МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСА ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ Закіпний О.В., Абраменко І.Г.	24
МОДЕЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНО-ВОЛОГІСНОГО РЕЖИМУ У ТЕПЛИЦІ НА ОСНОВІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ Ковалевський К.С., Абраменко І.Г.	27
МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ЛІНІЄЮ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА Русановський Є.Ю., Абраменко І.Г.	30
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І ОПТИМІЗАЦІЯ МАНЕВРІВ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ З КОМБІНУВАННЯМ УЧАСТІ ДВИГУНІВ ВЕЛИКОЇ ТА МАЛОЇ ТЯГИ Харитонova Л.В., Петровський А.В., Харитонов О.М.	33
ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ БАГАТОМІРНИХ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ Чепусенко Є. О., Гулієв Е. І.	37
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕСУЧИХ СИСТЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗРАХУНКОВОГО КОМПЛЕКСУ ANSYS Сумінов А.В., Щербак О.В.	41
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОВЖИНИ ОПОРНОГО ПРИСТРОЮ НА СТІЙКІСТЬ МОБІЛЬНОГО ПІДЙОМНИКА Книщенко А.О.	46

СЕКЦІЯ 2

КЕРУВАННЯ ТЕХНІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ, РОБОТОТЕХНІКА ТА МЕХАТРОНІКА

СИНТЕЗ ПД-РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ КЕРУВАННЯ МАНІПУЛЯТОРОМ ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА	51
Барсуков Д.Д., Ярута А.В.	
АНАЛІЗ ГІДРОПРИВОДІВ В СИСТЕМАХ ПЕРЕСУВАННЯ РОБОТІВ	55
Біньковська А.Б., Сердюк А.О.	
ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ СУЧАСНИХ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ	59
Бондарєва К.С.	
ДАТЧИК ТИСКУ ТА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ТИСКОМ	62
Будрій О.С.	
ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОНОМНОГО ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТНИХ РОБОТІВ	67
Власюк Д.О.	
АНАЛІЗ ПОБУДОВИ SCADA-СИСТЕМИ ДЛЯ СТЕНДУ ДОЗУВАННЯ ПРОМИСЛОВОЇ РІДИНИ	71
Гурко В.О.	
АЛГОРИТМИ ПОШУКУ ЦІЛЕЙ МУЛЬТИРОБОТНИМИ СИСТЕМАМИ	75
Гурко В.О., Жмакін О.О.	
ДОСЛІДЖЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ МЕХАНІЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙ МЕТОДОМ НЕЧІТКИХ ВИМІРЮВАНЬ	79
Коваль А. О., Коваль О. О.	
АНАЛІЗ МІКРОКЛІМАТУ В САЛОНІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ	86
Коробка В.В.	
КЕРУВАННЯ ОРІЄНТАЦІЄЮ МОБІЛЬНОГО РОБОТА	90
Нанцев В.О., Зеленько А.В.	
СУЧАСНИЙ ПРОГРАМНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН	93
Плутін Д.А.	
СУЧАСНІ ЗАДАЧІ МОНІТОРИНГУ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН	98
Плугіна Т.В., Харьковський П.Є.	

СЕКЦІЯ 3
ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ ТА ВБУДОВАНІ СИСТЕМИ

ВИКОРИСТАННЯ ПОШУКОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ	103
Кочина А.А., Ганзоріг Анкбаяр	
БОРТОВИЙ РЕЄСТРАТОР СПОЖИВАННЯ ПАЛИВА НА ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНОМУ ЗАСОБІ	106
Кривошапов С.І	
INTERNET OF ROBOTIC THINGS (IoRT) - AN INTERDISCIPLINARY BRANCH OF ENGINEERING AND SCIENCE	110
Pluhina T., Serduk O.	
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ ІНТЕРНЕТ- МАРКЕТИНГУ	116
Пронін С.В., Рафальський О.Ю.	
ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ: ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ДОМА ТА НА ПІДПРИЄМСТВІ	120
Щербаков О. В.	

СЕКЦІЯ 4
ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
НА ВИРОБНИЦТВІ ТА В ОСВІТІ

ІНФОРМАЦІЙНО-ПОШУКОВА СИСТЕМА ВИБОРУ МІКРОАВТОБУСА	126
Агошков В.С.	
АГЕНТНО-ОРІЄНТОВАНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ В ТРАНСПОРТНІЙ СИСТЕМІ ВЕЛИКОГО МІСТА	129
Алексієв О.П., Алексієв В.О., Неронов С.М., Деймек В.В.	
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ТРАНСПОРТНА СИСТЕМА МІСТА. АДАПТИВНЕ КЕРУВАННЯ РУХОМ.	134
Алексієв О.П., Алексієв В.О., Неронов С.М., Дьяков А.Е.	
ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ ІНФОРМУВАННЯ ПРО МІСЬКИЙ СУСПІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ.	137
Алексієв О.П., Алексієв В.О., Неронов С.М., Старова І.О.	

СИСТЕМА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЗУПИНОК СУЧАСНОГО МІСТА. Алексієв О.П., Неронов С.М., Агібалова Є.Є.	140
ВІРТУАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ ПЕРЕВІЗНИМИ ПРОЦЕСАМИ Алексієв О.П., Неронов С.М., Смоленцева О.В.	144
КОНЦЕПТУАЛЬНО АРХІТЕКТУРНИЙ ОПИС МОДЕЛІ «РОЗУМНИЙ» ТРАНСПОРТ МІСТА Алексієв О.П., Неронов С.М., Хамула С.Ю.	147
ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ШТРИХОВОГО КОДУВАННЯ В ПІДСИСТЕМІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТА ОБЛІКУ ДЕТАЛЕЙ НА ВИРОБНИЦТВІ Аргунов М. О., Безкоровайний В. В.	151
КРИТЕРІЇ ВИБОРУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ Бондаренко М.О.	155
ОПТИМІЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ДИСПЕРГАЦІЇ Гладуш В. Г., Чеканов М.А.	158
ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ Запорожцев С.Ю., Запорожцев Д.С., Ільге І.Г.	161
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ВИБОРУ АВТІВКИ Запорожцев С.Ю., Мартиняк Н.М.	163
СИНТЕЗ МОДЕЛІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІХ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ Здорик Н. В., Безкоровайний В. В.	167
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ МЕТОДАМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ Зубрецька Н.А., Товстенко М.А.	170
ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ РОЗПОДІЛЕНОЇ БАЗИ ДАНИХ У СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІМ ВИРОБНИЦТВОМ Іванюк О. А., Безкоровайний В. В.	174
ВИБІР ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ МОНТАЖУ ВІДЕОКОНТЕНТУ З ПРОФЕСІЙНОЇ ОРІЄНТАЦІЇ Ільге О.І.	178
МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ ВІБРАЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ СПЕКТРОГРАМ Коваль Д. О., Коваль О. А.	182

СХЕМА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО УПРАВЛІННЯ МАРШРУТАМИ ТРАНСПОРТУ Кононихін А.С., Мотчаний Д.	188
КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПІДСИСТЕМИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ Корольков І.В.	191
ВИКОРИСТАННЯ NOSQL БАЗИ ДАНИХ REDIS У СУЧАСНИХ ДОДАТКАХ Крупіна К.А., Сватко В.В.	195
МЕХАНІЗМ ХМАРНИХ ГЕОТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ МАШИНАМИ Кудирко О.М., Щур Р.М.	199
ВИБІР CASE-ЗАСОБІВ ДЛЯ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОГО ВЕБ-ПОРТАЛУ Лавров М.К.	204
ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПРОЦЕС ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ГОТОВОГО ВІДБИТКУ ПРИ ЦИФРОВОМУ ДРУЦІ НА НЕВСОТУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛАХ Марчук І. В., Золотухіна К. І.	209
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ВЕДЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА Нікончук В. О., Піскачова І.В.	213
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН Плугіна Т.В., Анахін Г.В.	218
ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ МЕМС-АКСЕЛЕРОМЕТРІВ Прінь К. В., Безкоровайний В. В.	223
ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗКОНТАКТНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТОРГІВЕЛЬНО -СКЛАДСЬКИХ ЗАДАЧ Сезонова І.К., Самсонова С.Ю.	226
ОПТИМІЗАЦІЯ ТОПОЛОГІЧНИХ СТРУКТУР КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ CALS-СИСТЕМ Смірнов М. Є., Безкоровайний В. В.	234

МАСШТАБУВАННЯ БАЗ ДАНИХ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОЕКТУВАННЯ	238
Таран П. А., Безкоровайний В. В.	
ОПТИМІЗАЦІЯ СТРАХОВИХ ЗАДІЛІВ ДЛЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРИЛАДОБУДІВЕЛЬНИМ ВИРОБНИЦТВОМ	242
Філонич Д. В., Безкоровайний В. В.	
КОМП'ЮТЕРНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИБОРУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЛЮДИНИ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	245
Халдун К.К.	
СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ЕТАПІ РЕІНЖІНІРИНГУ	247
Ханджян В. В., Безкоровайний В. В.	

СЕКЦІЯ 5

УПРАВЛІННЯ ПРОГРАМАМИ ТА ПРОЕКТАМИ, ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

ІЄРАРХІЧНА МОДЕЛЬ ВИБОРУ ТРАКТОРА ДЛЯ ФЕРМЕРСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА	252
Бондарев О. О.	
ВИКОРИСТАННЯ ГІБРИДНОЇ МЕТОДОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ ПРОЄКТАМИ	255
Петренко Ю.А., Бугаєвський М.С.	
УЗАГАЛЬНЕНА ЗАДАЧА ВИБОРУ RFID-МІТКИ ДЛЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЗБОРОМ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ	259
Кобзистий В.Ю.	
МОДЕЛЬ ВИБОРУ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЛЮДИНИ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	262
Кононихін О.С, Мухін М.Я.	
АНАЛІЗ ЗАДАЧ ЗАМОВЛЕНЬ НАПІВПРОВІДНИКІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВ СЕРЕДНЬОГО ТА МАЛОГО РІВНЯ	265
Петренко Ю.А., Жабін О.Ю.	
КРИТЕРІЇ ВИБОРУ ГІС ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ	271
Прачик В.А.	
ІННОВАЦІЙНА СКЛАДОВА СТРАТЕГІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МІСТА (НА ПРИКЛАДІ М. КРАКІВ, ПОЛЬЩА)	272
Фесенко Т.Г.	

КРИТЕРІЇ ВИБОРУ ВАНТАЖІВКИ ДЛЯ ДОРОЖНЬОГО
БУДІВНИЦТВА

278

Щербань Є.П., Юнашев Д.С.

СЕКЦІЯ 1

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

РЕЗУЛЬТАТИ СТАТИСТИЧНОГО, ФІЗИЧНОГО І КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ВІРТУАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ МАЛОГАБАРИТНИХ НАВАНТАЖУВАЧІВ

Вороновський Д.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Малогабаритні навантажувачі знаходять усе більше застосування в різних галузях народного господарства й у першу чергу в будівництві дрібних, розосереджених об'єктів завдяки відносній простоті конструкції, високій продуктивності, мобільності і маневреності. Основне призначення навантажувачів - виконання робіт з навантаження і вивантаження різних будівельних вантажів при їхньому перевезенні, складуванні і витраті. Навантажувачі можуть завантажувати будівельні вантажі в автомобілі, залізничні вагони і платформи й інші транспортні засоби. Малогабаритні навантажувачі можуть бути легко і швидко приведені в готовність для виконання необхідних будівельних робіт шляхом швидкої заміни одного робочого органа іншим. До складу комплексу змінних робочих органів малогабаритних навантажувачів входять ковші різних типів і ємкостей, грейфери, бури, дорожні фрези, крюкові підвіски і кранові стріли, планувальні відвали, розпушувач й інше обладнання .

Клас машин, що успішно розвивається, привернув увагу не тільки споживачів. Виробництво аналогічної техніки розробили і освоїли крупні машинобудівні компанії Bobcat, Caterpillar, Gehl, Case NEW HOLLAND, JCB та інші. Виникли і нові фірми, що спеціалізуються на виготовленні саме таких машин. На сьогоднішній день вже більше 20 компаній виробляють малогабаритні багатофункціональні машини з бортовим поворотом, вантажопідйомність яких складає від 300 до 1600 кг. Випускається більше 60 найменувань різного навісного устаткування – ківш різної місткості з фронтальним і бічним розвантаженням, траншейні і ковшові екскаватори, вилочні і грейфери захоплення, фрези різного призначення, гідромолоти, збиральні машини, снігоочисники, бетонозмішувачі, бур і багато що інше.

JCB випускає лінійку міні - навантажувачів з п'яти базових моделей. Конструктивне виконання машин, спосіб приведення навісного обладнання відрізняються різноманітністю. Найлегшою машиною в лінійці є навантажувач з бортовим поворотом JCB 160 експлуатаційною масою 2650 кг. Далі йдуть «170 -ї» (2715 кг) і «180 -ї» (2840 кг). Двигуни - Perkins 404D - 22 (на моделях 160 і 170) і Perkins 404DT - 22 (модель 180). Навантажувачі «190 -ї» і «1110 -ї» комплектують двигунами JCB Dieselmax TC - 63 і TC- 68 відповідно. На моделі JCB 160 номінальною вантажопідйомністю 630 кг встановлений дизель з водяним охолодженням Perkins 404D - 22 потужністю 50 к.с. при 2800 хв⁻¹. Місткість основного ковша - 0,29 м³. Маса експлуатаційна - 2650 кг. Трансмісія гідрооб'ємна із закритим контуром , з незалежним приводом бортів, з регульованими гідронасосами і нерегульованими гідромоторами. Максимальна висота розвантаження ковша по ріжучій кромці - 2160 мм при куті розвантаження 45° . Довжина (з основним ковшем) - 3270 мм , ширина - 1430 мм , висота по даху кабіни - 1930 мм. Більш потужні моделі 190 (експлуатаційною масою 3710 кг) і 1110 (3820 кг), а також «180- у» модель виготовляють у двох виконаннях - колісні та гусеничні. Гусеничні машини важче майже на тонну. Гусеничний хід позначений у назві моделі словом Tracked, наприклад JCB 180 Tracked .

Привід ходу гідростатичний з використанням регульованих гідронасосів з можливістю (моделі 190 і 210 зі збільшеною подачею в гідравлічному контурі до 120 л/хв.) включення режиму підвищеної швидкості 18 км/год і можливістю роботи на « повзучої » швидкості. Привід робочого обладнання проводиться від окремого нерегульованого насоса, використовується додатковий насос для навісного обладнання.

Аналіз великої кількості технічних показників сучасних виробників навантажувачів дозволив виконати апроксимацію статистичних даних. Встановлені відповідні кореляційні залежності:

$$\text{маси машин від вантажопідйомності} \quad m = 387.543 + 3.757 \cdot q - 8.019 \cdot 10^{-4} \cdot q^2$$

$$\text{потужності двигуна від маси машини} \quad N = -25.7 + 0.028 \cdot m - 1.424 \cdot 10^{-6} \cdot m^2$$

Фізичне моделювання необхідно використовувати у тих випадках коли не має можливості проведення широкомасштабних експериментів на натурних зразках машин, а також тоді, коли не вдається відворити відповідні явища за допомогою інтегрованих комп'ютерних технологій. Так наприклад, програмний засіб «Autodesk Inventor». Не дозволяє моделювати взаємодію робочих органів з середовищем, або поведінку окремих елементів металоконструкцій в зоні пружних деформацій.

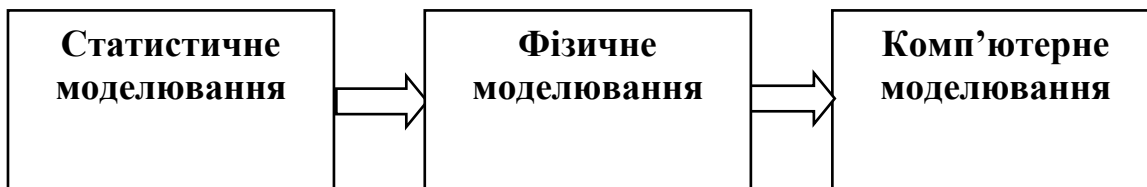


Рисунок 1 – Схема віртуальних досліджень навантажувачів

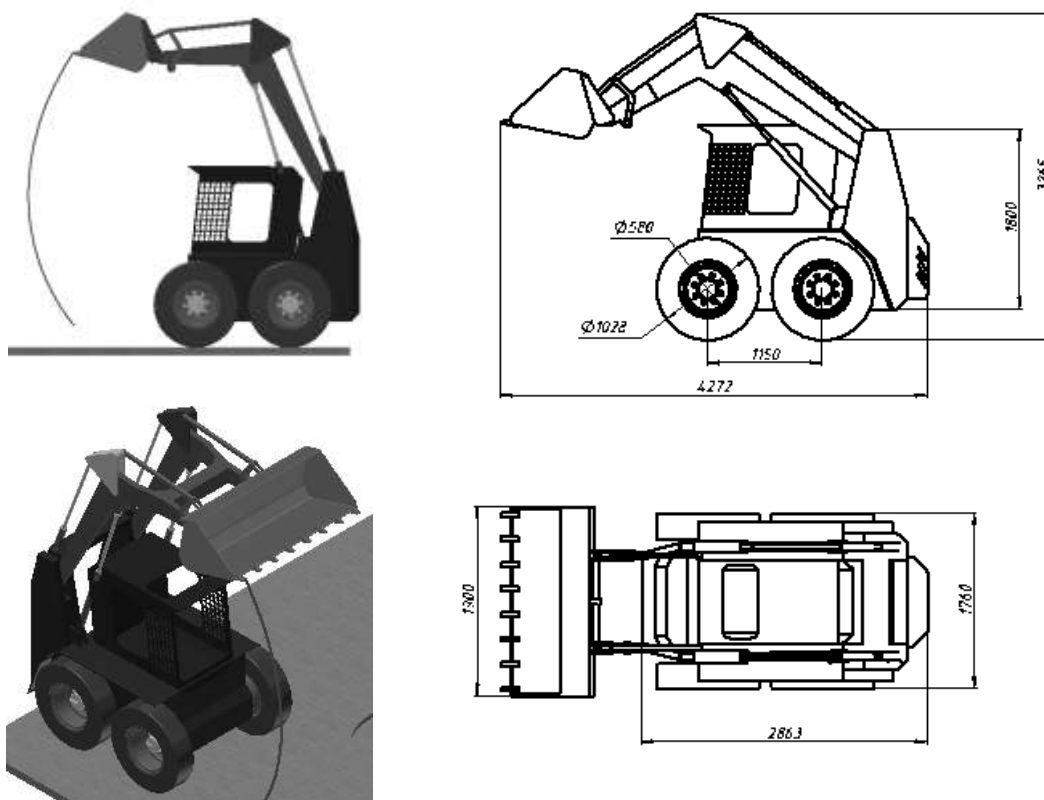


Рисунок 2 – Комп'ютерна модель і реальні параметри машин

Для проведення віртуальних досліджень, краще за все, створювати віртуальні лабораторії, які складаються з необхідної кількості комп'ютерних моделей. Кожна з них дозволяє імітувати окремі процеси, що виникають під час виконання технологічних операцій навантажувача. Так наприклад, нами була побудована модель навантажувача ПМТС-1200, яка дозволяла виконувати кінематичні дослідження робочого обладнання. Були визначені швидкості й прискорення під час руху штоків гідроциліндрів управління робочим обладнанням з постійною швидкістю. Наявність цих даних у конструктора дає можливість оптимізувати геометричне розташування гідроциліндрів управління робочим обладнанням і їх з'єднання з рухомими елементами робочого обладнання. Крім цього, були проведені експерименти на яких визначалися зусилля на ходовому обладнанні у статичному положенні машин (коли вона не рухається) під час підйому ківша з нижнього крайнього положення у верхнє.

Для проведення експериментів з машиною, що рухається, була розроблена інша 3D модель. Використання інструменту «динамічне моделювання» дозволяє утворювати шарнірні з'єднання між вузлами і деталями машини як в середовищі «складання», так і в середовищі «динамічне моделювання» (Рис. 3).

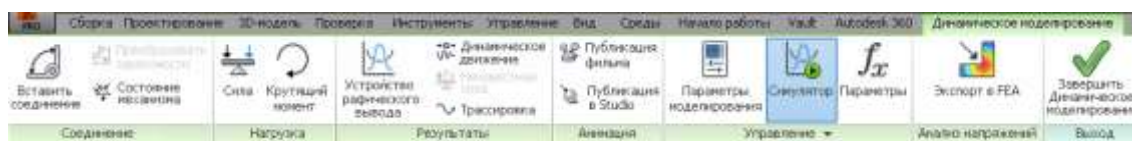


Рисунок 3 – вкладка «динамічне моделювання»

За допомогою цієї моделі можна визначати динамічні навантаження на ходовому обладнанні при русі машини заданою траєкторією і подаланні перешкод, що з'являються на цьому шляху. Модель дозволяє змінювати як параметри опорної поверхні так і деякі конструктивні параметри самої машини, а саме – швидкості руху, положення ківша, масу матеріалу, що транспортується. Опорні реакції визначаються для кожного колеса окремо. Таким чином, можна досліджувати режими навантаження ходового обладнання при наїзді на перешкоди тільки одним із бортів навантажувача, або вивчати перерозподіл реакцій при поворотах машини, тобто аналізувати параметри поперечної стійкості машини.

Література:

1. Кириченко И.Г. Объёмный гидропривод в мобильных подъёмниках с рабочими платформами : монография / И.Г. Кириченко, Г.А. Аврунин, В.Б. Самородов, А.В. Ярыжко. – Харьков: ХНАДУ, 2018. – 295 с.

2. Вороновский Д.В. Анализ показателей малогабаритных погрузчиков с бортовой системой поворота / Вороновский Д.В. Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції – Харків: ХНТУСГ, 2020. – 116-118 с.

3. Разаренов Л.В. Методика и результаты испытаний фронтального погрузчика ПМТС 1200 / Л.В. Разарёнов // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. - Харьков: ХНАДУ. – 2003. – Вып. 11. - С. 105-108.

4. Разарьонов Л.В., Розенфельд М.В., Вороновський Д.В. Аналіз технічного розвитку малогабаритних навантажувачів із бортовою системою повороту. Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету : зб. наук. пр. / М-во освіти і науки України, ХНАДУ – Харків, 2021. – Вип. 95.– С. 102–106

5. Єфименко О.В., Мусаєв З.Р. Моделювання робочих процесів однокішових навантажувачів за допомогою «Autodesk Inventor». Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета: сб. науч. тр. Харьков, ХНАДУ, 2016. Вып. 73. С. 220-224.

6. Черников А.В., Рагулин В.Н. Применение современных технологий компьютерного моделирования в исследовании подвески рабочего оборудования автогрейдера. Сучасні проблеми моделювання: збірник наукових праць. Випуск 7. Мелітополь, МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2016. С. 172-177.

7. Черніков О.В. Впровадження сучасних технологій комп'ютерного моделювання в навчальний процес ХНАДУ. Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета: сб. науч. тр. – Харьков, ХНАДУ, 2016. Вып. 73. С. 239-244.

8. Chernikov A.V., Moskalenko A.I. Modeling of Operation Modes of Front-End Loader by the Autodesk Inventor Package // Buletinul Științific al Universității "POLITEHNICA" din Timișoara – Seria Hidrotehnica – Transactions on Hydrotechnics – Tom 58 (72), Fascicola suplimentară, 2013. – PP. 161-164.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ АДСОРБЦІЇ ШЛАКОВИМ СОРБЕНТОМ

Грайворонський О. В., Грайворонська І. В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Для визначення оптимальних умов адсорбції та проведення процесу з високою ефективністю необхідний облік декількох технологічних параметрів. За допомогою математичного моделювання розроблено методику розрахунку показників адсорбції шлаковим сорбентом при варіюванні умов процесу. Використано численні експериментальні дані, отримані при вивченні адсорбції шлаком на основі мінералу діопсид органічного барвника метиленового синього (МС) в умовах зміни експериментальних умов адсорбції: співвідношення «МС: шлак», часу і рН розчинів МС. Кількісні характеристики сорбції: величина адсорбції (a) і ефективність сорбції (E) залежать від багатьох чинників, серед яких головними є співвідношення «сорбат: шлаковий сорбент» (n), час адсорбції (τ) і рН розчину сорбату.

Для математичного опису процесу адсорбції використовувався пакет прикладних програм MATLAB і його підсистеми Toolbox (пакет математичний) – набір спеціалізованих математичних функцій. Пакет прикладних програм вирішує завдання технічних розрахунків, широкий спектр наукових і інженерних задач, в тому числі і оптимізацію систем. Методом найменших квадратів побудовано рівняння регресії залежностей a і E від двох експериментальних факторів одночасно. Коефіцієнти рівнянь отримані з 95% -ою вірогідністю.

Розробка розрахунку показників адсорбції шлаковим сорбентом йшла в два етапи. На першому етапі проаналізовані дані щодо зміни кількісних показників адсорбції в залежності від експериментальних параметрів процесу. На другому етапі здійснювалася математична обробка експериментальних результатів за допомогою пакету прикладних програм MATLAB і його підсистеми Toolbox з отриманням рівнянь регресії кількісних характеристик адсорбції від певних параметрів процесу і побудовою відповідних графічних залежностей.

Перший етап. Зі збільшенням кількості шлаку ефективність адсорбції збільшується, проте, характер збільшення неоднаковий для різних часових інтервалів процесу. Для початкового періоду для досягнення достатньої ефективності адсорбції необхідно 5000-кратне перевищення кількості шлаку над кількістю МС. За 5 діб аналогічна ефективність досягається при 1250-кратному перевищенні кількості шлаку. При тривалості процесу 10 діб адсорбція ефективна при 1000-кратному надлишку адсорбенту.

При співвідношенні «МС: шлак» = 2 мг/г після 11 діб починається десорбція, тому дане співвідношення не можна рекомендувати для тривалої адсорбції. На 11 добу зареєстрована найвища $a = 1,17$ мг/г при найнижчій ефективності очищення 58,5%.

Доцільно використання співвідношення «МС: шлак» = 1 мг/г, при якому протягом перших 12 діб a і E зростають з найбільшою швидкістю. Висока ефективність очищення 92% реєструється при досить високій $a = 0,92$ мг/г. Протягом 30 діб не спостерігається десорбції.

Другий етап. Із загальної кількості первинних експериментальних результатів для розробки методики використані дані, що свідчать про відсутність десорбції МС. Вони дозволили отримати рівняння залежностей a і E від часу сорбції τ і співвідношення «МС: шлак» (n).

Рівняння регресії « $a - \tau - n$ »:

$$a = 2,11 + 0,02222 \tau - 3,266 n - 0,0008168 \tau^2 + 0,01455 \tau \cdot n + 1,579 n^2. \quad (1)$$

Рисунок 1 є графічним зображенням цієї залежності. Червоним і помаранчевим кольором відзначені найбільш ефективні умови адсорбції, відповідні найбільшим a . Представлене рівняння регресії другого порядку за параметрами процесу τ і n . Більш ретельний аналіз експериментальних даних і математичного підходу дозволив отримати рівняння регресії третього порядку:

$$a = 5,938 + 0,03538 \tau - 17,87 n - 0,003823 \tau^2 + 0,07923 \tau \cdot n + 18,14 n^2 + 6,477 \cdot 10^{-5} \tau^3 - 0,0002236 \tau^2 \cdot n - 0,03111 \tau \cdot n^2 - 5,892 n^3. \quad (2)$$

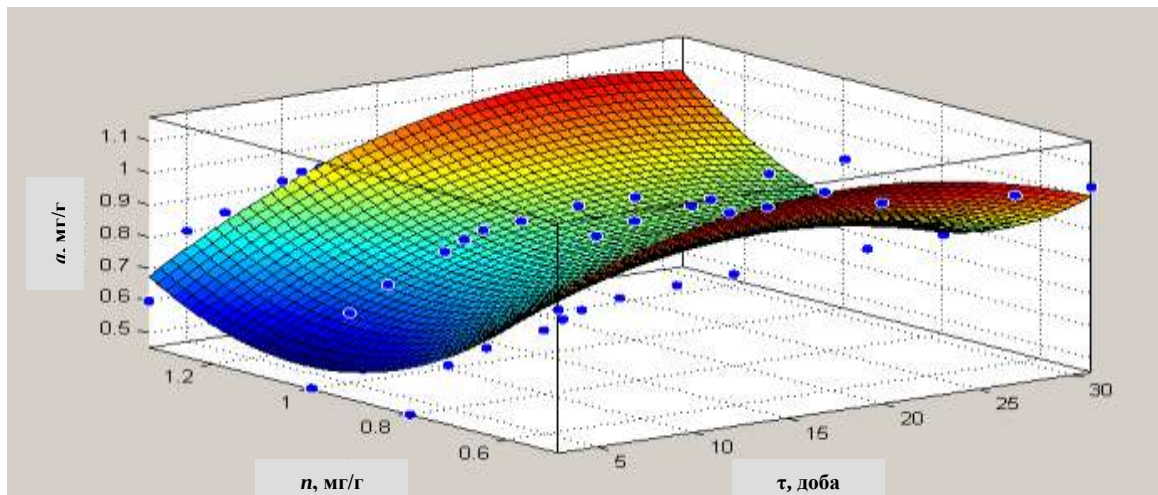


Рисунок 1 – Графічне зображення залежності $a = 2,11 + 0,02222 \tau - 3,266 n - 0,0008168 \tau^2 + 0,01455 \tau \cdot n + 1,579 n^2$

Графічне зображення залежності (2) наведено на рис. 2. На відміну від тривимірної залежності рис. 1 поверхня менш вигнута, розширена сфера оптимальних значень a . Рівняння регресії третього порядку (2) більш точно відображає залежність « $a - \tau - n$ » і може бути рекомендовано для розрахунку a .

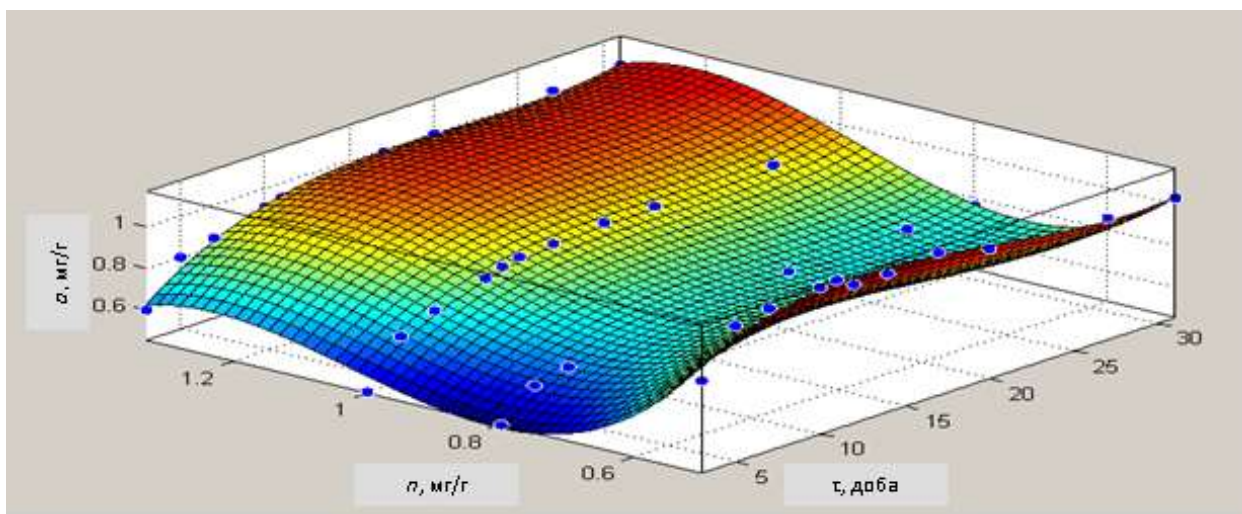


Рисунок 2 – Графічне зображення залежності $a = 5,938 + 0,03538 \tau - 17,87 n - 0,003823 \tau^2 + 0,07923 \tau \cdot n + 18,14 n^2 + 6,477 \cdot 10^{-5} \tau^3 - 0,0002236 \tau^2 \cdot n - 0,03111 \tau \cdot n^2 - 5,892 n^3$

Рівняння регресії другого порядку (3) для залежності ефективності вилучення сорбату МС (E) від τ і n « $E - \tau - n$ » виглядає наступним чином:

$$E = -52,64 + 2,256 \tau + 242,9 n - 0,07112 \tau^2 + 1,012 \tau \cdot n - 132,8 n^2 \quad (3)$$

і відображається графічною залежністю на рис. 3. Широка область оптимальних значень E , які реєструються в тих же інтервалах значень τ і n , що і для залежності « $a - \tau - n$ », вираженої рівнянням регресії третього порядку, є підтвердженням правильності вибору рівняння (2) для опису залежності « $a - \tau - n$ ».

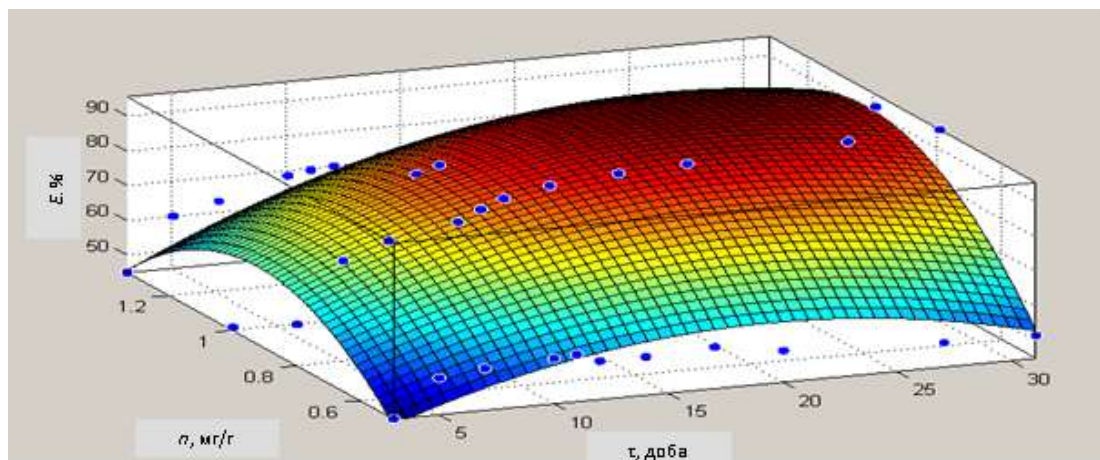


Рисунок 3 – Графічне зображення залежності $E = -52,64 + 2,256 \tau + 242,9 n - 0,07112 \tau^2 + 1,012 \tau \cdot n - 132,8 n^2$

pH водних розчинів впливає на перебіг адсорбції і змінює її кількісні показники. Адсорбція з дуже кислих і лужних розчинів менш інтенсивна, ніж з нейтральних середовищ. Збільшення pH з 2,2 до 4,8 призводить до більш значного прискорення адсорбції, ніж при подальшому підвищенні pH до 10,4. Причому відмінність в швидкості адсорбції з розчинів з різними pH збільшується в часі. Практично повне вилучення МС з розчинів можливо при 4,8 pH 10,4 за інтервал часу не менше 7 діб. Ефективність вилучення МС за даний інтервал становить (89-97)%, $a = (90-93)\%$ від її максимуму. З дуже кислих розчинів адсорбція МС ускладнюється в порівнянні з адсорбцією з нейтральних розчинів. Отримано рівняння регресії другого порядку для залежності « $a - \text{pH} - \tau$ »:

$$a = -0,02022 + 0,0312 \text{ pH} + 0,02194 \tau - 0,002069 (\text{pH})^2 - 0,0002651 \text{ pH} - 0,0009393 \tau^2, \quad (3)$$

яке відображається графічною залежністю на рис. 4. Область оптимальних значень a широка і чітко виражена, що підтверджує достовірність регресійної залежності графічно відображуваним рис. 5.

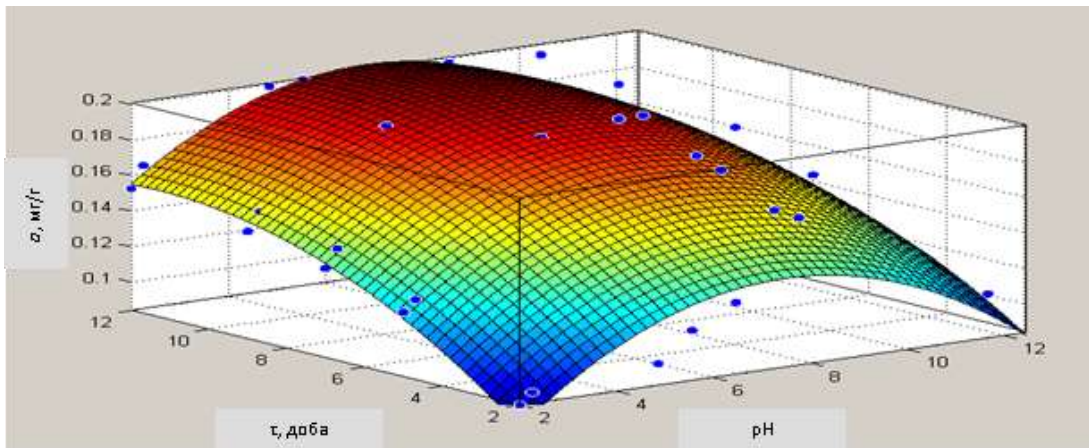


Рисунок 4 – Графічне зображення залежності $a = -0,02022 + 0,0312 \text{ pH} + 0,02194 \tau - 0,002069 (\text{pH})^2 - 0,0002651 \text{ pH} \cdot \tau - 0,0009393 \tau^2$

Залежність « $E - \text{pH} - \tau$ » виражається рівнянням регресії другого порядку:

$$E = -10,1 + 15,6 \text{ pH} + 10,97 \tau - 1,034 (\text{pH})^2 - 0,1324 \text{ pH} \cdot \tau - 0,4694 \tau^2, \quad (4)$$

Область оптимальних значень E повністю збігається з подібною областю для a (рис. 4), що відповідає про достовірність рівнянь регресії (4) і (5).

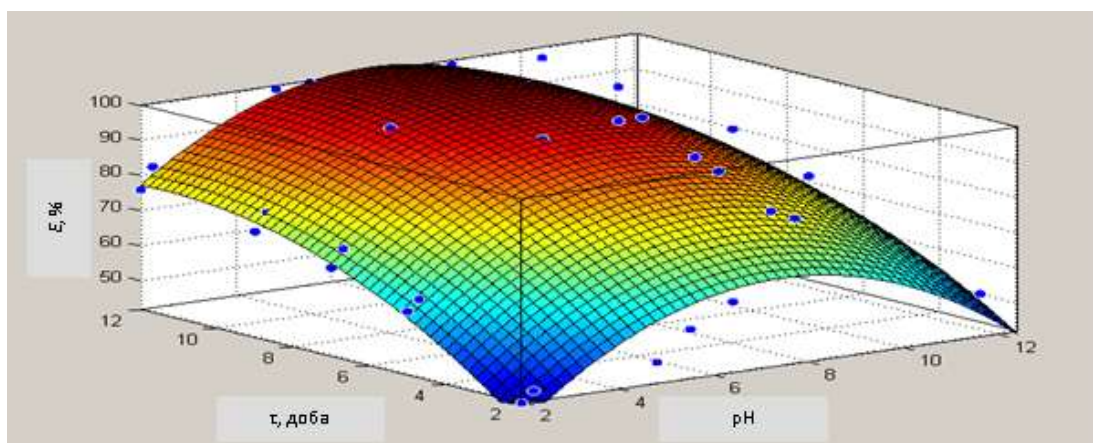


Рисунок 5 – Графічне зображення залежності $E = -10,1 + 15,6 \text{ pH} + 10,97 \tau - 1,034 (\text{pH})^2 - 0,1324 \text{ pH} \cdot \tau - 0,4694 \tau^2$

Методика розрахунку показників адсорбції шлаковим сорбентом на основі діопсиду базується на достовірних рівняннях регресії, включає основні кількісні показники і параметри протікання адсорбційного процесу, дозволяє визначити оптимальні умови адсорбції органічних сполук, розрахувати величину адсорбції в статичному режимі і ефективність адсорбції для певних умов. Методика рекомендується для прогнозування перебігу сорбційної очистки промислових стічних вод в реальних умовах.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СУШКИ ЗЕРНА В SCADA СИСТЕМІ

Діденко А. С., Тимчук С.О.

Державний біотехнологічний університет, Харків

Сушка зерна є найбільш витратним та енергоємним етапом підготовки зерна для його зберігання. У зв'язку з цим гостро постає питання комплексної автоматизації об'єктів переробки та зберігання зерна, як з його головних шляхів підвищення якості зерна, економії енергії, зменшення впливу людського фактору та підвищення продуктивності підприємства [1].

На сьогодні є поширеним застосуванням напівавтоматичних систем управління, принцип яких полягає у тому, що оператор виводить процес на оптимальний режим і передає управління автоматичі («режим автопілота»), яка й буде підтримувати у подальшому процес на заданому режимі [1].

Недоліком цих систем є відсутність отримання повної інформації про технологічний процес і стан обладнання в режимі реального часу, неможливість оперативного втручання оператора з диспетчерського пункту в роботу обладнання сушарки при виникненні позаштатних ситуацій, відсутність попереджувальної та аварійної сигналізації.

Метою даної роботи є розробка моделюючого модуля в складі SCADA системи сушарки для удосконалення алгоритмів керування сушкою зерна.

Об'єктом керування є процес сушіння зерна, він характеризується двома параметрами: температура зерна, вологість зерна.

Тобто математична модель об'єкту керування повинна описувати залежність цих двох параметрів від впливу навколишнього середовища та виконавчих механізмів. Система керування працює циклічно, протяжність циклу в системі керування достатньо мала у порівнянні з постійними часу зміни параметрів об'єкту керування, тому математична модель об'єкта керування розробляється для одного циклу і це дає можливість використати при моделюванні лінійні моделі.

Тобто модель об'єкту керування формується наступним чином.

Температура зерна на n-му циклі.

$$t_n = t_{n-1} + \beta_1 \Delta t_1 g_1 q_2 + \alpha_1 \Delta t_2 + q_2 (1 - g_1) (\Delta t_2),$$

де t_{n-1} – температура на попередньому циклі; $\Delta t_1 = (t_c - t_{n-1})$ - вплив температури гарячого повітря t_c від компресора; $\Delta t_2 = (t_{н.сер} - t_{n-1})$ - вплив температури навколишнього середовища $t_{н.сер}$; α_1, β_1 – коефіцієнти теплопередачі;

$$g_1 - \text{сигнал датчика включення горілок} = \begin{cases} 1, & \text{якщо горілка включена;} \\ 0, & \text{якщо вона виключена;} \end{cases}$$

$$q_2 - \text{сигнал датчика вентилятора} = \begin{cases} 1, & \text{вентилятор включений;} \\ 0, & \text{вентилятор виключений;} \end{cases}$$

Вологість зерна на n-му циклі.

$$\theta_n = \theta_{n-1} + \beta_2 \Delta \theta_1 g_2 + \alpha_2 \Delta \theta_2 + q_2 (1 - g_1) (\Delta \theta_2),$$

де θ_{n-1} – вологість зерна на попередньому циклі; $\Delta \theta_1 = (\theta_c - \theta_{n-1})$ - вплив вологи гарячого повітря θ_c від компресора; $\Delta \theta_2 = (\theta_{н.сер} - \theta_{n-1})$ - вплив вологи навколишнього середовища $\theta_{н.сер}$; α_2, β_2 – коефіцієнти передачі вологи;

$$g_2 - \text{сигнал датчика включення горілок} = \begin{cases} 1, & \text{якщо горілки включені} \\ 0, & \text{якщо вони виключені;} \end{cases}$$

$$q_2 - \text{сигнал датчика вентиляторів} = \begin{cases} 1, & \text{вентилятори включені;} \\ 0, & \text{вентилятори виключені;} \end{cases}$$

Наведену модель було адаптовано до особливостей технологічного процесу в сушарці вертикального типу [2].

Модель реалізовано в середовищі SCADA VisiDAQ [3], а саме в редакторі задач GENIE [4]. По-перше, в цьому середовищі розроблено саму SCADA – систему керування сушаркою. По-друге, в цьому середовищі зручно вбудовувати власні програмні модулі на мові, близькій до C++.

В редакторі задач, сформовано два блоки UserProg, де реалізовано модель об'єкта керування. Відповідно, на входи цих блоків подано сигнали, які імітують сигнали від датчиків температури і вологості гарячого повітря, навколишнього середовища, включення горілок, вентиляторів. Вихідними сигналами є значення температури і

вологості зерна. Що стосується коефіцієнтів тепло і волого обміну, то для їх визначення раціонально провести експериментальні дослідження на конкретному обладнанні.

Відповідно на час відлагодження алгоритму керування SCADA перемикається в тестовий режим, при якому сигнали від датчиків не подаються, а команди керування не доводяться до виконавчих механізмів. Тобто система керування працює з вбудованою в неї моделлю об'єкта керування.

Таке рішення дає можливість не тільки перевірити і удосконалити алгоритм керування, але задавати нештатні і аварійні режими для врахування їх в алгоритмах керування, а також для перевірки границь роботоздатності обладнання.

Література:

1. Оборудование и технологии для сушки зерна. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.olis.com.ua/rus/oborudovanie /tekhnologicheskoe/sushka-zerna.html> - (Дата звернення: 12.09.2022).
2. Сушилка вертикальная ВС-10 М. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://simo.com.ua/oborudovanie/sushilka-vs-10m>- (Дата звернення: 12.09.2022).
3. Advantech VisiDAQ 2nd Edition: User's Guide / American Advantech Corporation [Електронний ресурс] <http://advdownload.advantech.com/productfile/Downloadfile1/1+GC+3944/visidaq.pdf> - (Дата звернення: 12.10.2022).
4. GENIE 3.0: Гармония простоты и эффективности/ Локотков А. // Современные технологии автоматизации. - 1998. - № 3.- С. 62-68.

УДК 631.363

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСА ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ

Закіпний О.В., Абраменко І.Г.

Державний біотехнологічний університет, Харків

Сучасне комбікормове виробництво представляє собою достатньо складну систему. Виробництво комбікормів пов'язане з використанням великої кількості компонентів, по кожному із яких повинна бути вичерпна інформація як кількісного, так і якісного характеру. Також інформацію необхідно мати і для готової продукції, асортимент якої існує досить великий [1].

Комбікорми представляють собою суміші очищених і подрібнених зернових продуктів, складених за відповідними рецептами, що забезпечують ефективне використання поживних речовин кормів.

Побудова схеми технологічного процесу індивідуальна для кожного підприємства й залежить від його продуктивності, технічної оснащеності, видів використовуваної сировини і її якості, призначення комбікормів і вимог споживачів до їхньої якості й форми випуску. Основним елементом цих схем є шнековий дозатор [2].

Аналіз існуючих моделей шнекового дозатора показав, що вони мають суттєві недоліки. Тому була розроблена математична модель, яка враховує мінливу масу «падаючого стовпа» і часову затримку, які безупинно змінюються в міру нагромадження матеріалу різних властивостей у бункері. Реалізація цієї моделі засобами Matlab представлена на рис. 1.

Загальна імітаційна модель автоматизованого комплексу дозування із частотно-регульованим електроприводом шнека наведена на рис. 2 [3].

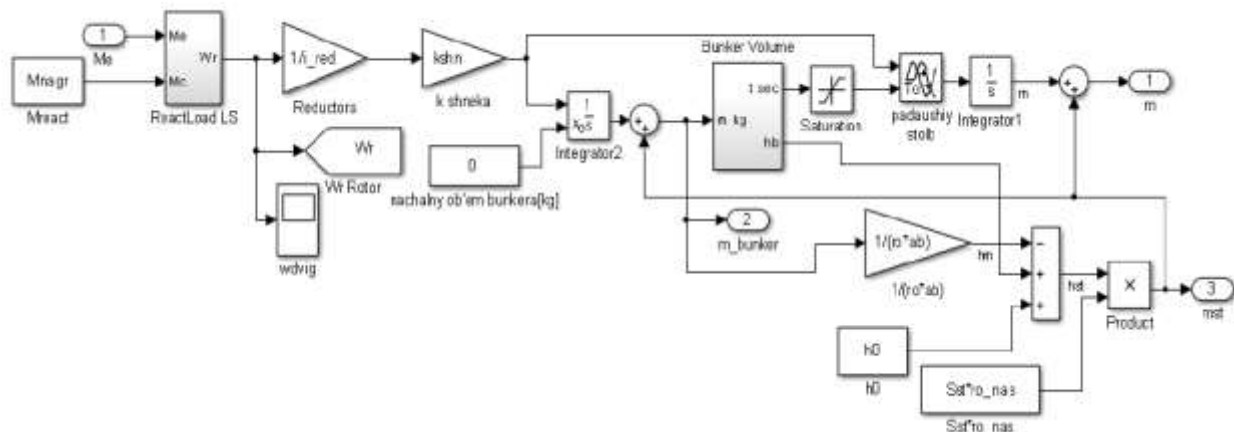


Рисунок 1 - Модель шнекового дозатора з врахуванням мінливої часової затримки й обчисленням маси падаючого стовпа

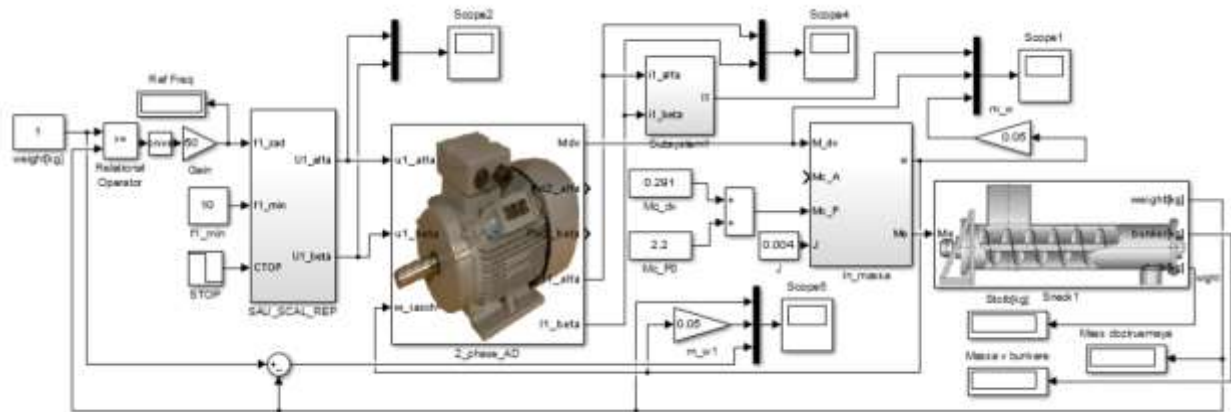


Рисунок 2 - Модель системи дозування з регулятором ваги

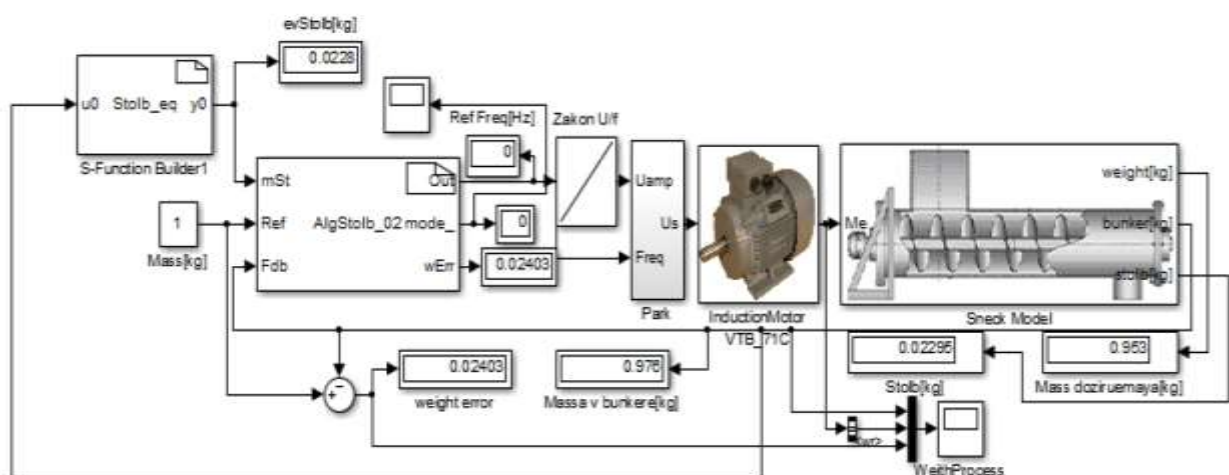


Рисунок 3 - Комплексна імітаційна модель корекції помилки

Аналіз процесу дозування на імітаційній моделі показав, що найбільш оптимальним з погляду продуктивності є горизонтальне розташування шнекового дозатора. При цьому дозування матеріалів з більшою насипною об'ємною масою приводить до збільшення помилки дозування.

В результаті проведення обчислювальних експериментів встановлено, що помилка дозування матеріалу може досягати 18,67 % при припустимій помилці регламенту приготування кормосумішей в 3 %.

Для підвищення точності дозування запропоновано використовувати алгоритм корекції помилки дозування на основі статистичних даних параметрів конкретного технологічного процесу.

Імітаційна модель комплексного застосування алгоритму обліку впливу маси падаючого стовпа в бункері дозатора і алгоритму корекції помилки на основі статистичних даних представлена на рис. 3.

Результати імітаційного моделювання дозування застосування алгоритмів компенсації помилки дозування дозволило зменшити абсолютну помилку дозування в 7,07 раз, щодо дозування на моделі з релейним регулятором ваги без використання алгоритмів корекції помилки і результуюча помилка дозування склала 2,7 %, що відповідає вимогам технічного регламенту приготування комбікормів.

Література:

1. В.Т. Діордієв. Синтез і аналіз узагальненої структури малогабаритної комбікормової установки. Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Вип. 1, т. 18. Мелітополь, ТДАТА, 2001, с. 14-19.
2. С.В. Чаусов. Обоснование энергосберегающих режимов работы силового электрооборудования малогабаритных комбикормовых агрегатов. Дис. канд. техн. наук 05.09.16. Мелітополь, 2003.
3. І.О. Фурман. Програмовані логічні контролери: Підручник для ВНЗ М-во освіти і науки України. Київ, 2003.

УДК 681.5:004

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНО-ВОЛОГІСНОГО РЕЖИМУ У ТЕПЛИЦІ НА ОСНОВІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Ковалевський К.С., Абраменко І.Г.

Державний біотехнологічний університет, Харків

Керування температурно-вологісним режимом у теплиці характеризується наявністю перехресних зв'язків між температурою повітря та ґрунту в приміщенні теплиці та наявністю чистого запізнювання між змінами цих параметрів. Крім того, має місце інерційність теплиці за метеорологічними параметрами навколишнього середовища, які є основними збурюючими діями. При цьому якість роботи теплиці залежить від підтримки технологічного балансу між заданими та поточними значеннями параметрів її мікроклімату, а формування мікроклімату в приміщенні теплиць обумовлено тепломасообмінними процесами.

Порівняльний аналіз існуючих систем керування мікрокліматом в теплицях показав, що вони не дозволяють швидко та оперативно реагувати на зміни виробничих ситуацій в реальному часі, що знижує їх ефективність і веде до нераціональних витрат енергоресурсів та зменшення продуктивності [1-3].

Оскільки теплиця як об'єкт керування належить до багатовимірних багатозв'язаних об'єктів зі змінними параметрами, які функціонують в умовах дії випадкових сигналів, то найбільш доцільно використовувати системи керування на основі поєднання адаптивних методів керування з методами побудови нейронних мереж [4].

Основний контрольований та регульований вплив на температуру ґрунту, температуру внутрішнього повітря в приміщенні теплиці, температуру рослинного покриву та температуру огорожі при вирощуванні овочів здійснює зміна потужності обігрівачів повітря. Математичну модель технологічних процесів у теплиці, де на виході визначаються температура повітря біля рослин та вологість повітря у теплиці.

На основі даних експериментальних досліджень побудована нейромережева модель (рис. 1).

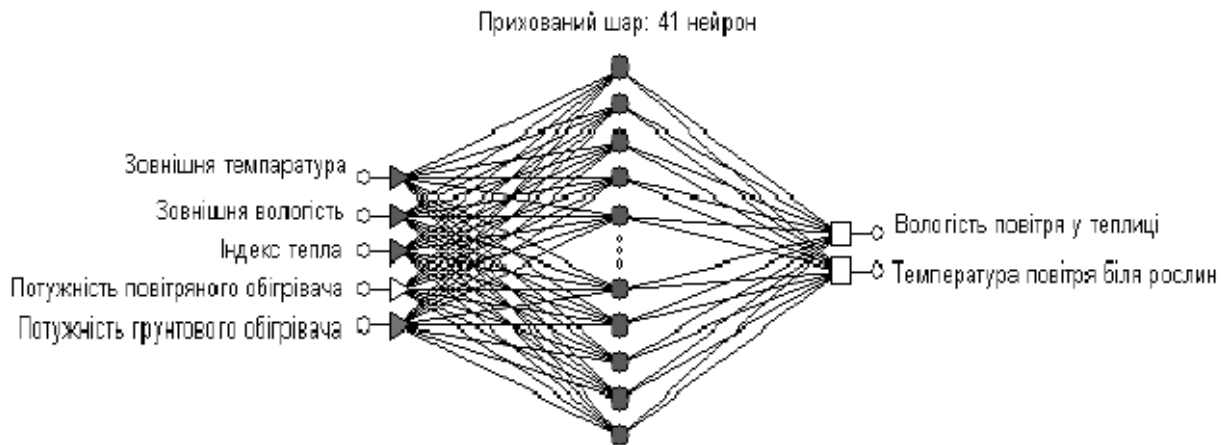


Рисунок 1 - Архітектура неймережевої моделі температурно-вологісного режиму у теплиці

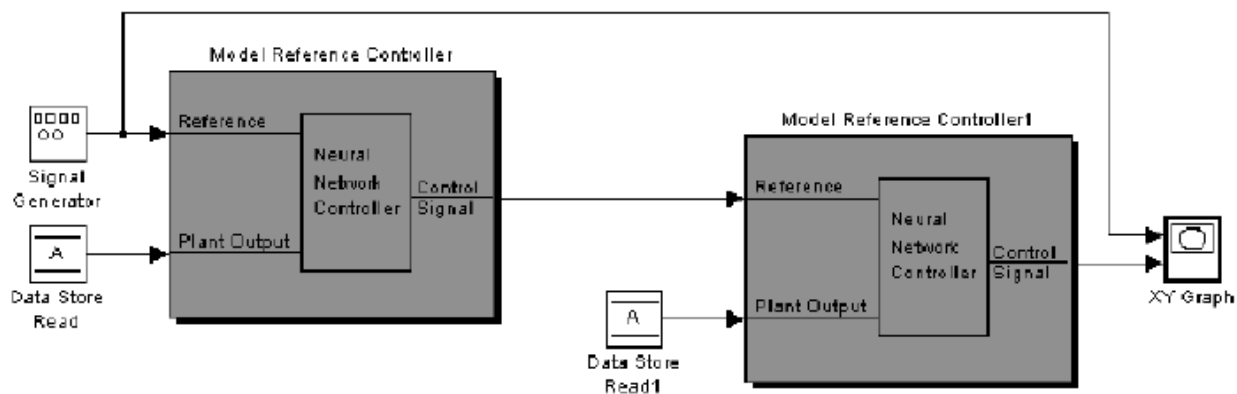


Рисунок 2 - Імітаційна модель функціонування інтелектуальної системи керування температурно-вологісним режимом

Модель технологічного об'єкта керування була реалізована засобами Matlab Simulink (рис. 2).

За результатами імітаційного моделювання встановлено, що її якісні характеристики системи керування наступні: перерегулювання - 2,5 - 3,75 %; максимальне динамічне відхилення - 0,02 - 0,03; кількість напівколивань - 1.

Такі характеристики системи керування, особливо із врахуванням можливості її корекції у реальному режимі роботи на основі зберігання та опрацювання виробничих ситуацій реального підприємства, задовольняють технологічним вимогам.

Таким чином модель зміни температурно- вологісного режиму у теплиц на основі нейронних мереж (тип - радіально-базисна функція) та із використанням конкретних експериментальних даних модель може бути використана для безпосереднього керування мікрокліматом в режимі реального часу.

Література:

1. А. Рыков. Системы управления: сравнительный анализ. Тепличные технологии. 2005, № 4, с.16-18.
2. І.Д. Гараснмчук. Інформаційно-вимірювальна система контролю параметрів мікроклімату та обліку витрат енергоресурсів. Збірник наукових праць Подільської державної аграрно-технічної академії. 2001, вип. 9, с. 451-454.
3. В.П. Лисенко. Оптимальне управління: стан та перспективи розвитку в тепличній галузі. Науковий вісник Національного університету біоресурсів та природокористування України. 2011, вип. 166, с.53-56.
4. Т.О. Прокопенко. Комп'ютерно-інтегрована система автоматизації мікроклімату в теплиці з використанням нейромереж. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України».2014, вип. 154, с. 79-82.

УДК 62-523

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ЛІНІЄЮ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА

Русановський Є.Ю., Абраменко І.Г.

Державний біотехнологічний університет, Харків

Для забезпечення умов технологічного процесу виробництва біопалива необхідно керувати продуктивністю дозаторів у процесі дозування кожного із компонентів біопалива у заданому співвідношенні, яке доцільно здійснювати засобами частотно-регульованого асинхронного електропривода [1,2].

З цією метою розроблено функціональну схему автоматизованої потокової технологічної лінії виробництва двокомпонентного твердого біопалива (рис. 1). Вона складається з двох завантажувальних дозаторів: секторного 1 для подрібненої соломи та шнекового 2 для подрібнених качанів кукурудзи з регульованими асинхронними двигунами (АД) 3, 4, бункера-змішувача 12, підпресовувального шнека-екструдера з регульованою продуктивністю 14 та преса 15. Процес керування швидкісними режимами регульованих технологічних машин здійснюється нейроконтролером 11 та відповідними перетворювачами частоти 7–10 з АД. Для керування використовується інформація від датчиків вологості w_1 , w_2 , продуктивності Q_1 та струму статора АД I_s .

Забезпечення енергоефективності технологічного процесу виконано шляхом регулювання продуктивності дозатора Q_3 за допомогою частотно-регульованого асинхронного електропривода, виходячи із величини струму АД підпресовувального шнека.

З метою дослідження швидкісних режимів роботи та енергетики асинхронного електропривода вказаного технологічного обладнання в середовищі MATLAB [3] розроблено імітаційну модель технологічної установки (рис. 2).

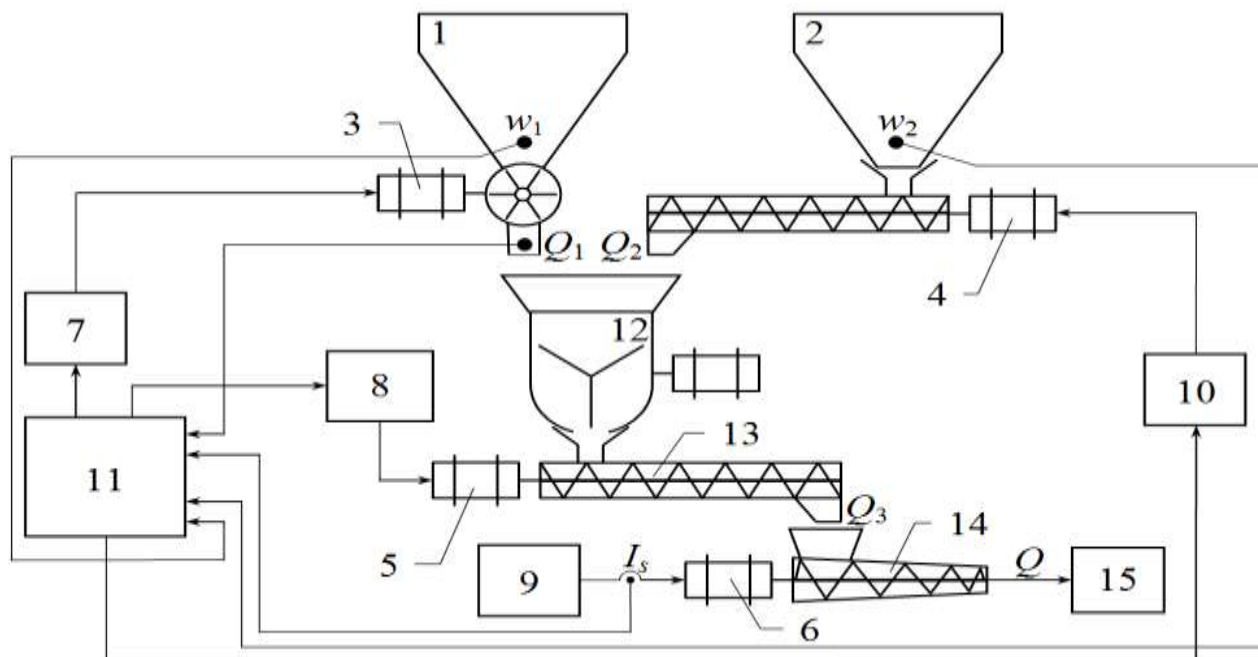


Рисунок 1 – Функціональна схема автоматизованої потокової технологічної лінії виробництва двокомпонентного твердого біопалива

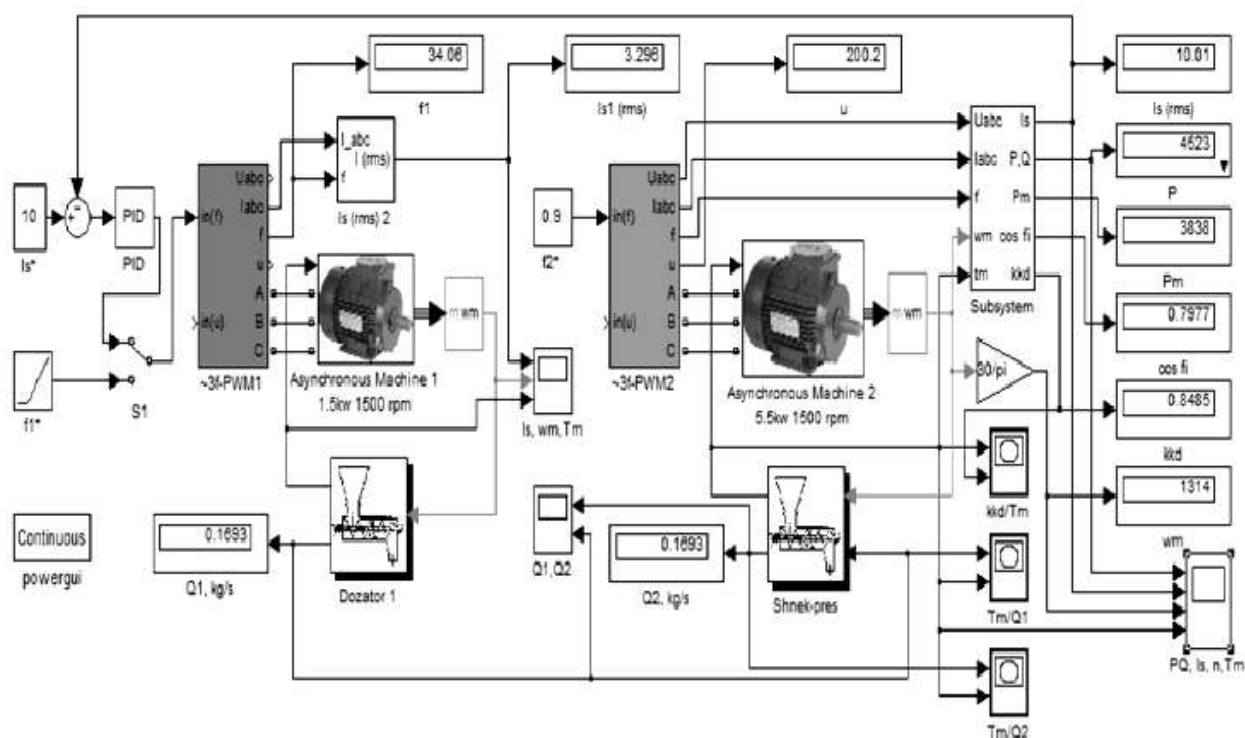


Рисунок 2 - Імітаційна модель установки для дослідження режимів роботи та енергетики технологічного обладнання

Ця модель базується на математичних моделях шнекових дозаторів та підпресувального шнека-екструдера і відтворює процес функціонування вказаних технологічних машин у замкнутій системі автоматичного керування продуктивністю завантажувального шнека-дозатора Q_1 , що забезпечує задану номінальну величину струму статора АД обладнання.

За результатами математичного моделювання отримано залежності величини моменту АД підпресувального екструдера від продуктивності завантажувального шнека-дозатора і струму статора у режимах ручного та автоматичного керування, що дозволило визначити необхідний об'єм бункера змішувача із суттєвим зменшенням встановленої потужності приводного електродвигуна (з 3 кВт до 0,25 кВт).

Запропоновано здійснювати регулювання продуктивності завантажувального шнека-дозатора за величиною струму статора АД підпресувального екструдера, що дозволило зменшити затрати електроенергії на 20 %.

Встановлено, що корекція жорсткості механічних характеристик зв'язних електроприводів за напругою, виходячи з критерію максимуму енергетичних характеристик електродвигунів дозволяє збільшити ККД на 3,4 %, а коефіцієнт потужності – на 6,4 %.

Література:

1. В. Дубровін та ін. Біопалива, технології, машини і обладнання. Київ, Україна: ЦТІ, Енергетика і електрифікація, 2004.
2. О.А. Андрющенко. Экономия энергетических и материальных ресурсов средствами электропривода. Энергосберегающие технологии и автоматизация. ЭСТА, 2001, № 1–2, с. 52–53.
3. С.Г. Герман-Галкин. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB. СПб.: Корона-принт, 2001.

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І ОПТИМІЗАЦІЯ МАНЕВРІВ
КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ З КОМБІНУВАННЯМ УЧАСТІ ДВИГУНІВ
ВЕЛИКОЇ ТА МАЛОЇ ТЯГИ**

Харитонов Л.В.¹, Петровський А.В.¹, Харитонов О.М.²

*¹Національний транспортний університет, ²Київський національний
університет імені Тараса Шевченка, Київ*

Доповідь присвячено актуальній проблемі сучасної космонавтики: забезпеченню водночас швидких та енергоефективних маневрів космічних апаратів (КА), зокрема – пілотованих міжпланетних перельотів. Необхідність здійснення маневру за короткий час призводить до вибору неоптимальних з точки зору витрат енергії траєкторій. Забезпечення таких траєкторій сучасними рушійними системами великої тяги, що базуються на теплових реактивних двигунах обмеженої швидкості витікання, вимагає надвеликих паливних витрат. Більш ефективними є рушійні системи малої тяги, що базуються на електричних двигунах обмеженої потужності, проте, при використанні таких систем значно збільшується час здійснення маневру. Отже, для того щоб забезпечити потрібну швидкість виконання маневру при помірних витратах палива, необхідне впровадження принципово нових принципів руху в космосі. Така задача наразі технічно нереальна. Інший підхід полягає у поєднанні переваг рушійних систем кожного з зазначених типів за рахунок комбінування їх участі при виконанні маневрів [2]. Цей підхід розглянутий у доповіді.

Як відомо, реактивна тяга двигуна визначається формулою:

$$P = qV$$

де q - секундна масова витрата палива, V - ефективна швидкість витікання. З цієї формули випливає, що для реалізації однієї і тієї ж величини тяги треба витратити тим менше палива, чим більшою є швидкість його витікання. Потужні рушійні системи великої тяги працюють при масових витратах, що вимірюються сотнями кілограмів за секунду, генеруючи тягу, що може доходити до $1\div 3$ МН [4]. Для рідних ракетних

двигунів на паливі кисень-водень величина V може доходити до 4500м/с, для ядерних ракетних двигунів, робочим тілом яких є водень – до 10000м/с. [2]. Швидкість виконання маневру космічним апаратом залежить від тягоозброєності його рушійної системи:

$$a_0 = \frac{P}{M_{\kappa} g}$$

де M_{κ} - маса рушійної системи, g - прискорення вільного падіння.

Для рушійних систем великої тяги $a_0 \gg 1$.

В той же час, для рушійних систем малої тяги, тяга може доходити до 10÷20Н при швидкостях витікання до 200000м/с і тягоозброєності $a_0 \ll 1$ [4].

З цього стислого аналізу випливає, що рушійні системи малої тяги є значно більш економічними, але тривалість маневрів при їх використанні буде значно більшою.

Комбінування участі рушійних систем великої та малої тяги при формуванні траєкторії (КА) можливе за рахунок оптимального розподілу характеристичної швидкості між цими ділянками [1,3]. Наприклад, для траєкторії міжпланетного перельоту можна припустити, що вона складається з трьох ділянок (дві планетоцентричних та геліоцентрична ділянки) [1,3]. На планетоцентричних ділянках рух відбувається по гіперболічних орбітах з асимптотичними швидкостями $\vec{v}_{\infty}^e$, $\vec{v}_{\infty}^m$, відповідно, для планети старту і призначення. Рух на геліоцентричній ділянці здійснюється за допомогою двигуна малої тяги. В разі відсутності ділянки малої тяги, рух відбувається за кеплеровою дугою, яка визначається геліоцентричними швидкостями $\vec{v}_{\infty t}^e$ і $\vec{v}_{\infty t}^m$ (показана штриховою лінією). При цьому $\vec{v}_{orb}^e$ і $\vec{v}_{orb}^m$ – орбітальні швидкості планет старту і призначення (Землі і Марсу).

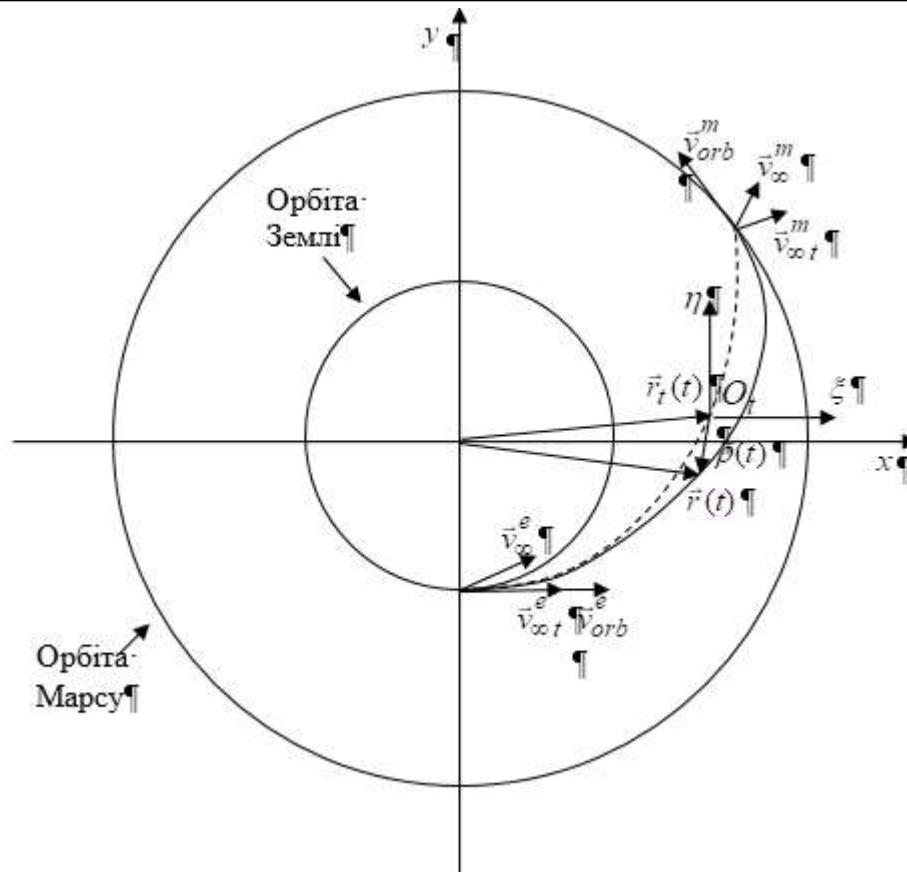


Рис. 1. Схема міжпланетного перельоту Земля-Марс.

Задача оптимального комбінування великої та малої тяги полягає у розподілі масових витрат на генерування тяги (що включає паливні витрати і масу рушійної системи) між ділянками великої та малої тяги з метою максимізації корисного навантаження при заданих стартовій масі КА і часі виконання маневру [1,3]. Параметри, що оптимізуються і визначають розподіл паливних витрат, є вектори швидкостей $\vec{v}_\infty^e = (v_{\infty x}^e, v_{\infty y}^e)$ і $\vec{v}_\infty^m = (v_{\infty x}^m, v_{\infty y}^m)$.

При цьому маса КА в момент початку другої планетоцентричної ділянки визначається через кінцеву масу на першій планетоцентричній ділянці і швидкості $\vec{v}_\infty^e$, $\vec{v}_\infty^m$ [1]:

$$M(t_2) = \frac{M(t_1)}{1 + \alpha \cdot M(t_1) \cdot J(\vec{v}_\infty^e, \vec{v}_\infty^m)}$$

де α – енергетичний параметр; $M(t_1)$, $M(t_2)$ – відповідно, значення маси КА в моменти завершення першої і початку другої планетоцентричної ділянки; $J(\vec{v}_\infty^e, \vec{v}_\infty^m)$ –

функціонал задачі руху на геліоцентричній ділянці, що являє собою інтеграл від квадрата реактивного прискорення $\vec{a}(t)$ ($J = \int_{t_1}^{t_2} a^2 dt$).

В [1,3] запропоновані необхідні умови оптимального вибору законів керування двигунами великої (з урахуванням її обмеженості) та малої тяги і параметрів задачі, які дозволяють звести задачу оптимального керування до двоточкової крайової задачі. Для реалізації процедури чисельного розв'язання необхідно мати можливість визначення похідних $\partial J / \partial v_{\infty x}^e, \partial J / \partial v_{\infty y}^e, \partial J / \partial v_{\infty x}^m, \partial J / \partial v_{\infty y}^m$ як функцій параметрів оптимізації – компонентів векторів швидкостей $v_{\infty x}^e, v_{\infty y}^e, v_{\infty x}^m, v_{\infty y}^m$. В доповіді обговорюються підходи до побудови аналітичного розв'язку задачі руху на геліоцентричній ділянці, який дав би таку можливість. Аналізуються застосування модифікацій методу транспортуючої траєкторії, їх точність, переваги та ефективність комбінування великої та малої тяги залежно від часу міжпланетного перельоту.

Література:

1. A.M. Kharitonov Application of the Modified Method of Transporting Trajectory to Optimize Interplanetary Transfers Combining Low and High Thrust // International Applied Mechanics, Vol. 49, No 5, 2013, pp. 597-607.
2. Burke Laura M., Borowski Stanley K. and McCordнаy David R. and Packard, Thomas W. A One-year Round Trip Crewed Mission to Mars using Bimodal Nuclear Thermal and Electric Propulsion (BNTEP) // AIAA Paper AIAA 2013-4076, 16pp.
3. O.M. Kharytonov and B.M. Kiforenko Finite-thrust optimization of interplanetary transfers of space vehicle with bimodal nuclear thermal propulsion // Acta Astronautica, 69 (2011), pp. 223-233.
4. Paul A. Czysz and Claudio Bruno Barbieri S. Future Spacecraft Propulsion Systems. Enabling Technologies for Space Exploration. Praxis Publishing Ltd, Chichester, UK, 2006.-459P.

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ БАГАТОМІРНИХ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ

Чепусенко Є. О., Гулієв Е. І.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

В доповіді використані результати експериментів з вимірювання концентрації шкідливих газів на однієї з ТЕЦ України. Вимірювання проводились дистанційним методом з допомогою апаратури, що встановлювалась на трубі, з якої продукти згоряння виходили в атмосферу. Одночасно вимірювались концентрації п'яти різних газів, але на деяких об'єктах кількість вимірюваних параметрів може бути набагато більшою. Звідси впливає необхідність розроблення такого методу візуалізації, який би був однаковим для будь-якої кількості досліджуваних параметрів. В зазначеному експерименті вимірювались концентрації наступних газів: CO_2 , пилу (dust), NO_x , O_2 , SO_2 , які змінювались в часі і створювали випадкові процеси. Ці гази в подальшому будуть називатись відповідно першим, другим, третім, четвертим та п'ятим газами і у програмах позначатись як $V1n$, $V2n$, $V3n$, $V4n$, $V5n$. Оскільки абсолютні значення концентрацій різних газів в експериментах значно відрізняються, а, крім того, і розмірності не є однаковими, то спільний аналіз зазначених випадкових процесів є недоцільним. В зв'язку з цим, всі концентрації нормувались до максимального значення концентрації конкретного газу, що створювало можливості для подальшої візуалізації всіх процесів.

Для проведення досліджень вибрані експериментально отримані концентрації п'яти шкідливих газів на інтервалі 1500 с. Вид одного з графіків показано на рисунку 1.

Нехай n нормованих випадкових процесів дискретизується в часі на m нормованих значень. Кількість цифрових даних становить $n \times m$, і це число може бути дуже великим. В дискретний момент часу k маємо числове значення i -го вимірюваного параметра a_{ik} , тобто в n -мірному просторі існує точка A_k , яка еволюціонує у цьому просторі з часом. Тут виникає ідея візуально простежити за цією

точкою за деякий період, щоб зробити деякі висновки про систему. Звичайно цього зробити неможливо, оскільки n -мірний простір є абстрактним і не піддається спостереженню. Однак, існує можливість розробки опосередкованого методу візуального спостереження за поведінкою багатомірної точки. Опишемо цей метод, починаючи з розгляду найпростішого випадку.

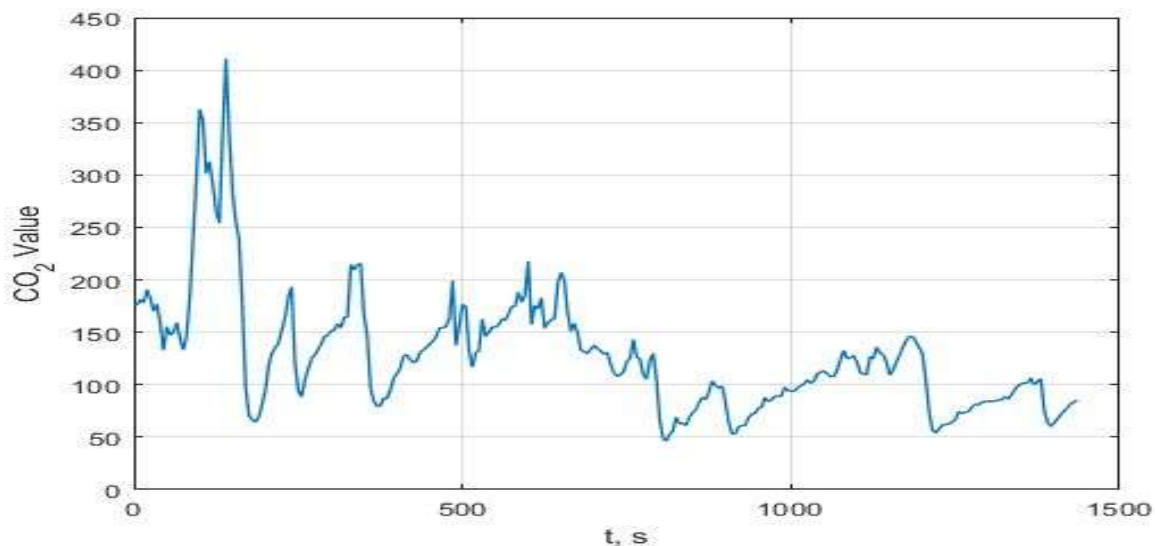


Рисунок 1. – Одна з реалізацій випадкового процесу шкідливого газу

Позначимо значення цих параметрів в початковий момент часу $a_1, a_2, \dots, a_n$, де n - кількість параметрів. Інші індекси ($i = 1, 2, \dots, n$) характеризують номер параметра. Сукупність зазначених параметрів можна трактувати як вектор $\vec{a}$ з компонентами (проекціями) $a_1, a_2, \dots, a_n$. Багатомірний вектор не може наочно зображуватись в якій-небудь системі координат. Його аналіз припускає окреме вивчення поведінки кожної компоненти вектору a_i . Інший підхід запропоновано в [1], де пропонується багатомірний вектор розглядати як двомірний образ, використовуючи базис ортонормованих функцій $\{\psi_i(\tau)\}_{i=0}^{\infty}$. Зокрема, там пропонується використовувати ортонормовані поліноми Лежандра $\{l_i(\tau)\}_{i=0}^{\infty}$ на відрізку $[0, 1]$, де τ є просто параметр, що об'єднує всі інші параметри, від яких залежить стан об'єкту. Отже, як показано в

[1], точці (вектору) в багатомірному просторі $\vec{a} = (a_1, a_2, \dots, a_n)^T$ можна поставити у відповідність функцію

$$F_A(\tau) = \sum_{i=0}^{n-1} a_i l_i(\tau), \quad (1)$$

яка виконує роль візуалізації багатомірної точки, тобто така точка, яку неможливо уявити, буде представлена графіком на площині. Ще раз відзначимо, що параметр τ не є часом у загальному випадку. На практиці в описаних раніше системах всі параметри є залежними від часу, який ми позначимо як t . Для візуального аналізу поведінки багатомірної точки можна будувати тримірний графік $F_A(\tau, t)$ або розглядати поведінку функції $F_A(\tau)$ в послідовні дискретні моменти часу. Така функція може бути тестовою, тобто визначеною в початковий момент часу з достатньою точністю. Вона буде флуктувати з часом внаслідок змінювання параметрів системи. Наперед незрозуміла її поведінка в ситуаціях, коли значення якого-небудь параметру змінюється стрибком. Невідомо також, як вид ортонормованої функції впливає на поведінку цієї функції. Ще однією особливістю є необхідність врахування розмірності параметра a_i . Вимогою є однаковість розмірності всіх параметрів, що робить застосування методу безперспективним. Щоб подолати цю проблему, треба зробити перехід від відповідних параметрів до їх нормованих значень. Фактично, це означає, що будь-який параметр a_i буде набувати значень в діапазоні від 0 до 1.

Таким чином, кожній точці у багатомірному просторі відповідає одна абстрактна крива на площині, приклад якої приведено на рисунку 2.

Отриманий портрет стану ТЕЦ може залежати від точності вимірювання концентрації газів. Оскільки похибки вимірювань є випадковими, то і форма портрету є випадковою, а, значить, може описуватися мовою статистики. Отже, треба встановити діапазони змінювання кривих $F_A(\tau)$ внаслідок змінювання параметрів a_i , при яких можна вважати, що функція $F_A(\tau)$ залишається близькою до тестового виду, в якому система є в прийнятному стані.

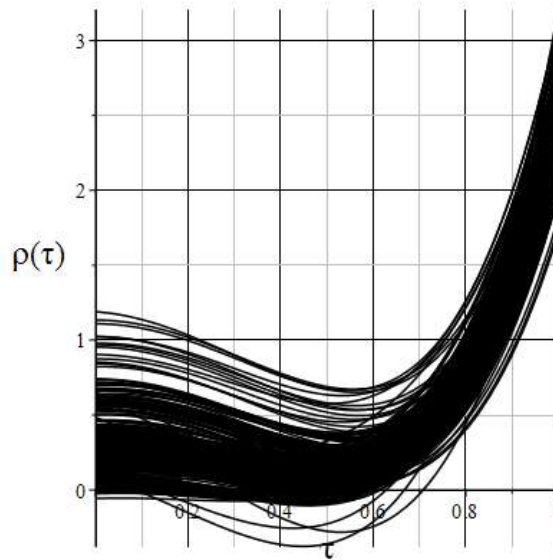


Рисунок 2. – Візуальний образ п'ятимірного процесу при використанні ортогональних поліномів Лежандра

Аналогічні візуальні образи можна отримати з використанням інших ортогональних функцій при різній послідовності нормованої концентрації газів. Наші дослідження показали, що портрет стану ТЕЦ змінюється, але для вже вибраних функціях і вибраній послідовності він має специфічні контури. Потім після появи стрибків концентрації візуальний образ змінюється і в ньому будуть присутні характерні криві лінії, які оператор ТЕЦ може заздалегідь вивчити. Отже, можуть бути зроблені висновки про несправність технологічного об'єкту за екологічними показниками.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕСУЧИХ СИСТЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗРАХУНКОВОГО КОМПЛЕКСУ ANSYS

Сумінов А.В., Щербак О.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Вступ

У наш час, підприємства випускають спеціалізовану техніку для дорожнього будівництва в обмеженому обсязі, або перепрофільовані та взагалі не випускають. Це пояснюється різними факторами, зокрема і недостатністю методів проектування таких машин. Розробка методики проектування дорожніх машин на базі тракторів вітчизняного виробництва є актуальним завданням [1].

Аналіз публікацій

Вирішенню даної проблеми було присвячено ряд робіт, у роботі [2] було створено єдиний методологічний підхід у теорії, методах, алгоритмах та програмному забезпеченні розрахунків на міцність для підвищення точності аналізу напруженого стану та оцінок міцності конструкцій та його реалізація у дослідженнях високонавантажених несучих систем гусеничних та колісних тракторів. У роботі [3] було розглянуто несучу систему шарнірного навантажувача Т-156Б у статиці до якої були прикладені сили, що діють на раму у процесі роботи, та була запропонована нова модель несучої системи з урахуванням навантажень, що діють на раму. У роботі [4] був проведений розрахунок несучої системи шарнірного навантажувача Т-156Б на втомлену довговічність, та виявлені слабкі місця у конструкції.

Комп'ютерне моделювання несучих систем

Комплекс ANSYS є комплексом модулів щодо аналізу різних 3D моделей шляхом докладання різноманітних навантажень. Розглянемо два типи розрахунків – статичний та динамічний. Весь процес можна розділити кілька блоків, що складаються у схему (Рис. 1). Спочатку розробляється завдання проектування несучої системи. Розробляється 3D модель у програмі CAD. Наступним кроком модель розраховується

у програмі ANSYS. Якщо модель, що проектується є нерухомою, то проводиться статичний аналіз, а якщо модель є рухомою, то динамічний відповідно. У кожному типі розрахунку додатково проводиться розрахунок на втомну довговічність. Наступним кроком проводиться аналіз одержаних результатів. Якщо результат задовольняє мету завдання то отримуємо готову розраховану модель несучої системи, а якщо ні, то усуваємо небезпечні місця і знову проводимо розрахунок.



Рис. 1 – Процес проектування несучих систем за допомогою програми ANSYS.

Статичний аналіз несучої системи

При розрахунку несучої системи в статистиці було докладено зусилля на раму навантажувача Т-156Б, отримані згідно з методикою розрахунку навантажувача [5] при різних кутах складання. Результати було виведено у графік (Рис. 2).

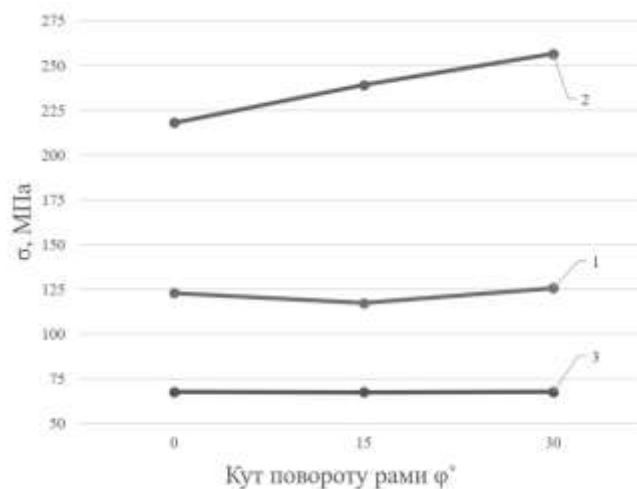


Рис. 2 – Навантаження діючі на раму. 1 – І розрахункове положення; 2 – ІІ розрахункове положення; 3 – ІІІ розрахункове положення.

Найбільші зусилля рама відчуває у другому розрахунковому положенні при куті складання рами 30° (Рис. 3).



Рис. 3 – Навантаження рами у другому розрахунковому положенні.

Розрахунок на втомну довговічність показав декілька критичних зон у шарнірі які руйнуються під навантаженням (Рис. 4)

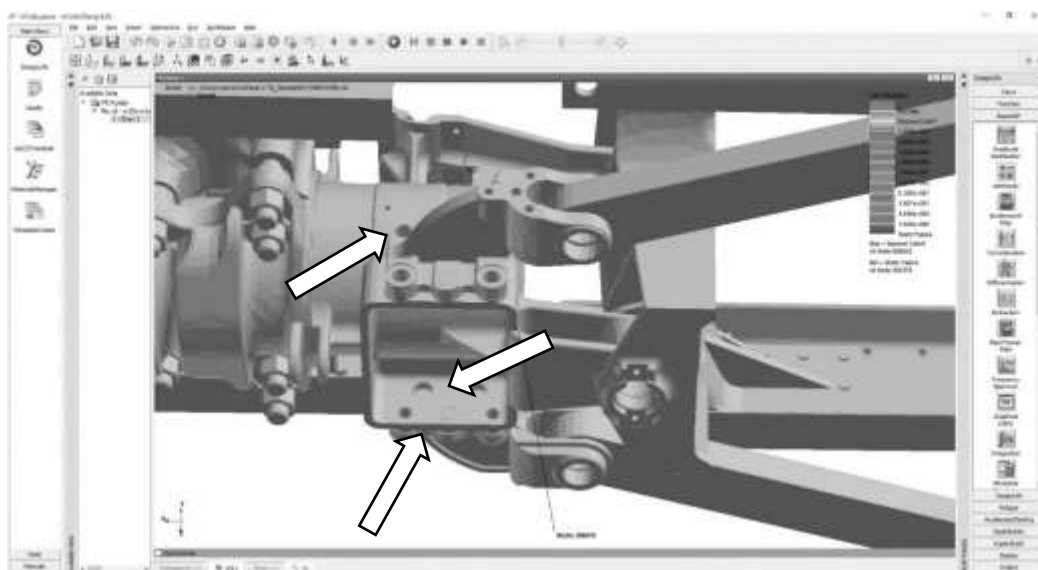


Рис. 4 – Руйнування вертикального шарніра.

Динамічний аналіз несучої системи

У динамічному аналізі було змодельовано три випадки виконання робочих операцій навантажувачем Т-156Б: підйом повного ковша, зіткнення з перешкодою і переміщення повного ковша по нерівній поверхні (Рис. 5).

У першому випадку – підйом повного ковша несуча система навантажувача відчуває хвилеподібні затухаючі навантаження. Цей режим є найлегшим за навантаженістю.

У другому випадку - удар о перешкоду ковшом несуча система зазнає ударного навантаження. Даний випадок є найважчим, так як ударні навантаження для несучої системи є руйнівними.

У третьому випадку рама відчуває навантаження від початку, коли навантажувач тільки наїжджає на нерівність до моменту, поки навантажувач не виїде на рівну поверхню.

Розрахунок на втомну довговічність динамічного аналізу (Рис. 6) показав, що у першому випадку (підйом повного ковша) несуча система має руйнування у місці кріплення стріли до рами.

Розрахунок другого та третього випадків (зіткнення з перешкодою та переїзд по нерівній поверхні) показує що несуча система має руйнування у вертикальному шарнірі та сполучених з ним вузлів (боковини порталу, лонжерони)



Рис. 5 – Навантаження на раму у динаміці.

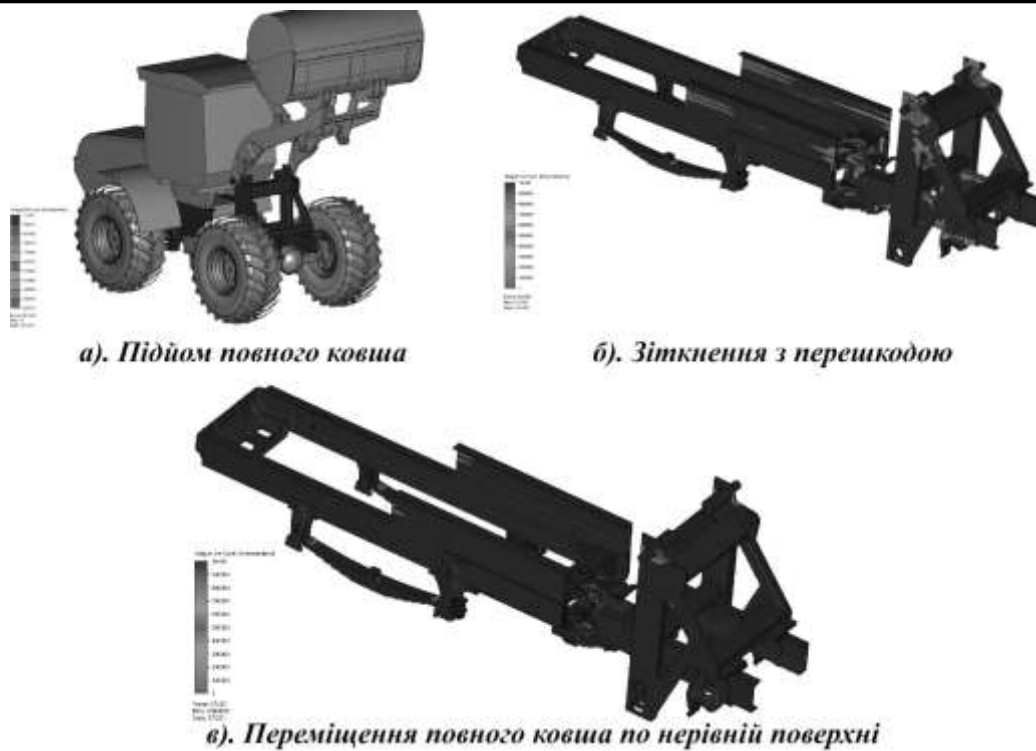


Рис. 6 – Втомна довговічність рами у динаміці

Література:

1. Щербак О.В., Сумінов А.В., Хачатурян С.Л. Розробка методики проектування спеціалізованих машин на базі шарнірного тягача // Сб. науч. тр. Вісник ХНАДУ, вип. 95, 2021. – С. 32-37.
2. Русанов О.А. Расчетный анализ напряженного состояния и оценка прочности несущих систем тракторов: Дис. д-ра техн. наук: 05.05.03.-Москва, 2009.-253 с.
3. Щербак О.В., Суминов А.В. Разработка рациональных параметров несущей системы шарнирного тягача // Сб. науч. тр. Вестник ХНАДУ, вып. 73, 2016. – С. 229-233.
4. Кухтов В.Г., Щербак О.В., Суминов А.В. Расчет усталостной долговечности несущих систем технологических машин в nCode Design-Life. Науковий журнал "Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів" №13, 2018 – С.193-199.
5. Холодов А.М. Проектирование машин для земляных работ / А.М. Холодов. – Х.: Высш. шк. Изд-во при Харьк. ун-те. 1980. – 272 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОВЖИНИ ОПОРНОГО ПРИСТРОЮ НА СТІЙКІСТЬ МОБІЛЬНОГО ПІДЙОМНИКА

Книшенко А.О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Раціональне застосування МПРП - це виконання високотехнологічних робіт на різних висотних рівнях. Потреба в МПРП зростає з кожним днем, а ринок таких машин стрімко розвивається в напрямку створення моделей, що забезпечують роботу на великих висотах, при збереженні мінімальних мас і габаритів установок [1, 2]. Відповідно виникає питання забезпечення достатньої стійкості таких машин. Деякі питання стійкості МПРП розглянуті у таких працях, як [3, 4], проте незрозуміло як змінюється стійкість машини зі збільшенням виносу опорного пристрою.

У поданій роботі проведено аналіз формування коефіцієнта збільшення площі опорної поверхні після розгортання опорних пристроїв стрілових МПРП з механізмом регулювання бази машини. Конструкція опорного пристрою, наведена на рис. 1, є найпрогресивнішою конструкцією для самохідних МПРП на пневматичному ході. Опорний пневматик є частиною опори з окремим приводом на кожне колесо. Крім цього, кожна опора може змінювати виліт за допомогою гідроциліндрів керування. Подана конструкція опорного пристрою забезпечує підвищену маневреність та проходимість у поєднанні з можливістю змінювати ширину колії машини в процесі руху.

Для визначення коефіцієнта збільшення площі опорної поверхні після розгортання опорних пристроїв, наведених на рис. 1, розглянемо спрощену схему розрахунку площі опорної поверхні рис. 2.

Коефіцієнт збільшення площі опорної поверхні після розгортання опорного пристрою k_3 буде визначатись за залежністю:

$$k_3 = \frac{S_{\text{о.п.}}}{S_{\text{б.м.}}}$$

де $S_{\text{о.п.}}$ – площа опорної поверхні;

$S_{б.м.}$ – площа базової машини.

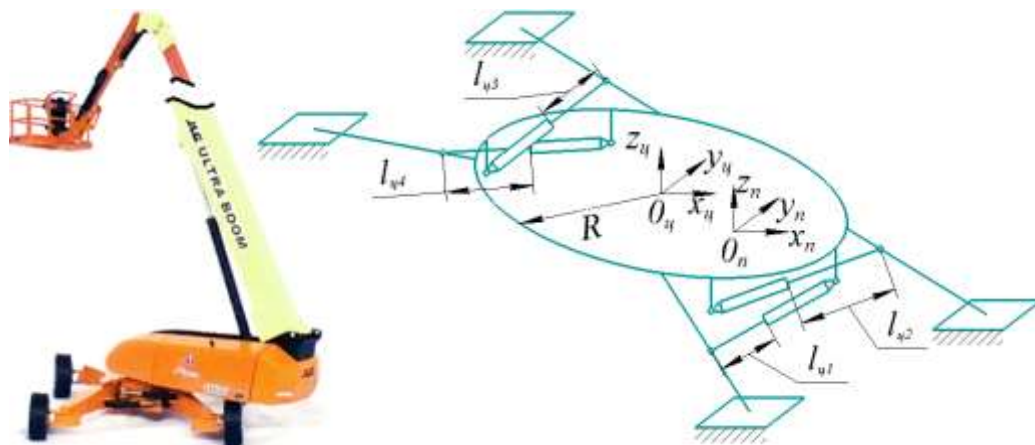


Рис. 1. Опорний пристрій МПРП з механізмом регулювання бази машини

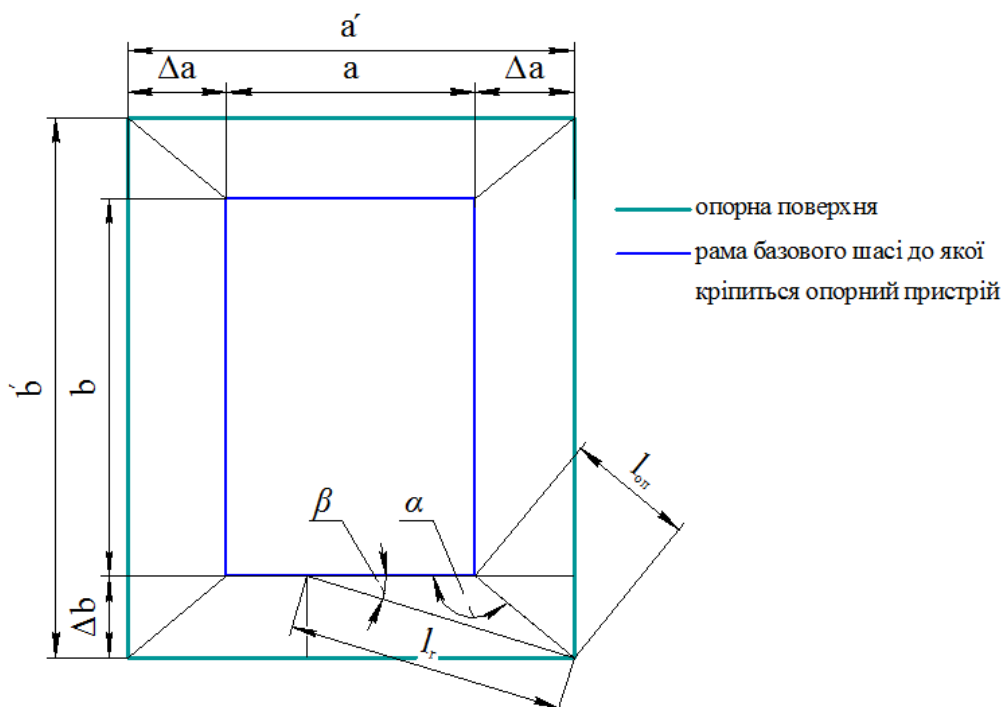


Рис. 2 Схема для визначення площі опорного пристрою з механізмом регулювання бази машини

Площа базової машини визначається:

$$S_{б.м.} = a \cdot b$$

де a та b – ширина та довжина рами базового шасі відповідно.

Площа опорної поверхні:

$$S_{\text{о.п.}} = a' \cdot b'$$

де a' та b' – ширина та довжина опорної поверхні після розгортання опорного пристрою відповідно.

Ширина опорної поверхні після розгортання опорного пристрою буде рівна:

$$a' = a + 2\Delta a,$$

де Δa – приріст до ширини рами базового шасі після розгортання опорного пристрою.

Довжина опорної поверхні після розгортання опорного пристрою буде рівна:

$$b' = b + 2\Delta b,$$

де Δb – приріст до довжини рами базового шасі після розгортання опорного пристрою.

Приріст до ширини рами базового шасі після розгортання опорного пристрою залежить від довжини виходу опорного пристрою $l_{\text{оп}}$ та кута виносу опор α :

$$\Delta a = l_{\text{оп}} \cos(180 - \alpha).$$

Приріст до довжини рами базового шасі після розгортання опорного пристрою залежить від довжини виходу штоку гідроциліндра керування виносною опорою l_r та кута його нахилу в плані β :

$$\Delta b = l_r \cos(90 - \beta).$$

Після проведення усіх перетворень коефіцієнт збільшення площі опорної поверхні після розгортання опорного пристрою буде рівним:

$$\begin{aligned} k_{\text{з}} &= \frac{S_{\text{о.п.}}}{S_{\text{б.м.}}} = \frac{a' \cdot b'}{a \cdot b} = \frac{(a + 2\Delta a) \cdot (b + 2\Delta b)}{a \cdot b} = \\ &= \frac{(a + 2l_{\text{оп}} \cos(180 - \alpha)) \cdot (b + 2l_r \cos(90 - \beta))}{a \cdot b} = \\ &= \frac{ab + 2al_r \cos(90 - \beta) + 2bl_{\text{оп}} \cos(180 - \alpha) + 4l_{\text{оп}} l_r \cos(180 - \alpha) \cos(90 - \beta)}{a \cdot b} = \\ &= 1 + \frac{2al_r \cos(90 - \beta) + 2bl_{\text{оп}} \cos(180 - \alpha) + 4l_{\text{оп}} l_r \cos(180 - \alpha) \cos(90 - \beta)}{a \cdot b} \end{aligned}$$

Результат моделювання залежності коефіцієнта збільшення площі опорної поверхні після розгортання опорного пристрою від довжини виходу опорного пристрою наведено на рис. 3.

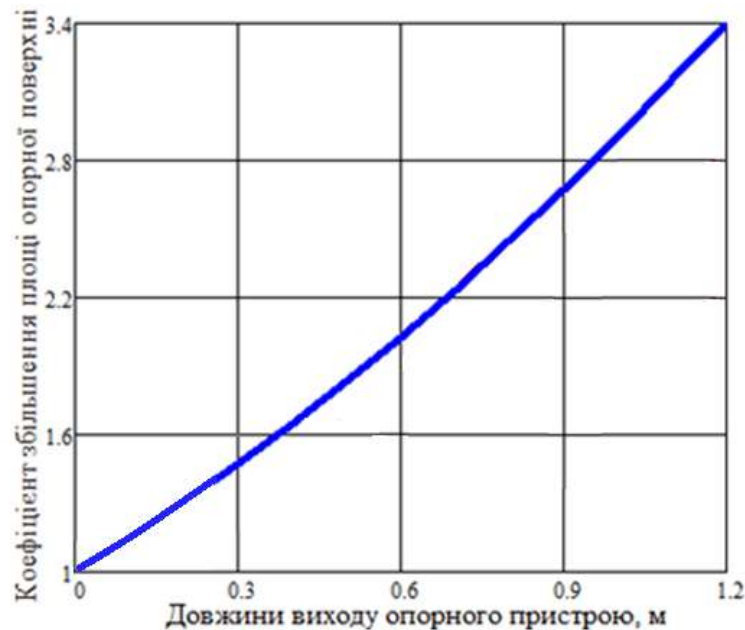


Рис. 3 Залежність коефіцієнта збільшення площі опорної поверхні після розгортання опорного пристрою від довжини виходу опорного пристрою

Література:

1. Барков А.Ю., Степанов М.А. Анализ способов монтажа строительных подъемников. //Журнал «Механизация строительства» № 8 , Москва, -1999г.,- с.15-17
2. Барков А.Ю., Степанов М.А. Анализ режимов нагружения приводов строительных подъемников. Интерстроймех-2002. //Материалы Международной научно-технической конференции. Издательство МГТУ, Могилев, 2002г.,- с.391-394.
3. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины. Коэффициент использования, коэффициент нагружения, классификация. Высшая школа, М, 1986г.,- 520 с.
4. Аврунин Г. А. Анализ технического уровня гидроустройств для мобильных подъемников с рабочими платформами / Г. А. Аврунин,
И. Г. Кириченко, А. В. Ярыжко, С. А. Литвин // Промислова гідравліка і пневматика. – Вінниця. – 2018. – № 1(59). – С. 3-18.

СЕКЦІЯ 2

КЕРУВАННЯ ТЕХНІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ, РОБОТОТЕХНІКА ТА МЕХАТРОНІКА

СИНТЕЗ ПД-РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ КЕРУВАННЯ МАНІПУЛЯТОРОМ ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА

Барсуков Д.Д., Ярута А.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

На сучасних промислових підприємствах особливу актуальність набуває впровадження нових технологій та безлюдного виробництва. Це приводить до розширення парку промислових роботів. Застосування сучасних промислових роботів збільшує продуктивність роботи, поліпшує якість продукції, замінює людину на монотонних і важких роботах, допомагає заощаджувати матеріали й енергію. Важливим завданням при використанні промислових роботів є забезпечення руху його ланок за заданими траєкторіями. Одним зі способів вирішення цього завдання є використання традиційного ПД-регулятора, або його варіанту – ПД-регулятора якщо йдеться про керування кутами повороту ланок маніпулятора. Синтезуємо цей регулятор для керування дволанковим маніпулятором в детермінованих умовах.

Відомо [1], що рівняння динаміки маніпулятора промислового робота має наступний вигляд:

$$M = D(q)\ddot{q} + C(q, \dot{q}) + G(q), \quad (1)$$

де $D(q)$ – симетрична позитивно визначена $n \times n$ матриця інерції;

$C(q, \dot{q})$ – 2×2 матриця, що включає в себе відцентрові та коріолісові члени;

$G(q)$ – 2×1 вектор сил гравітації;

M – 2×1 вектор діючих на ланки маніпулятора моментів;

q – 2×1 вектор узагальнених координат (кути повороту ланок маніпулятора).

Відповідно до назви ПД-регулятора, його закон управління містить складові, що пропорційні помилці управління і похідній від цієї помилки, тобто її швидкості $\dot{e}$:

$$M = K_p e + K_v \dot{e}, \quad (2)$$

де K_p , K_v – симетричні позитивно визначені матриці, що розраховуються проектувальником системи управління роботом.

Структурна схема, що відповідає системі управління маніпулятором з ПД-регулятором, приведена на рисунку 1.

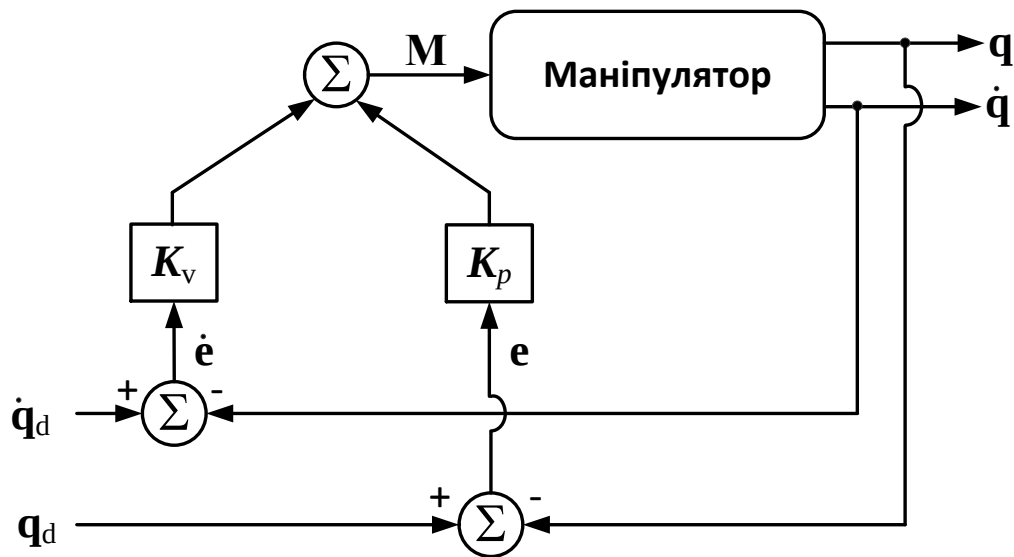


Рисунок 1 – Структурна схема ПД-керування маніпулятором

Збіжність до нуля помилки стеження за траєкторією можна показати за допомогою функції Ляпунова:

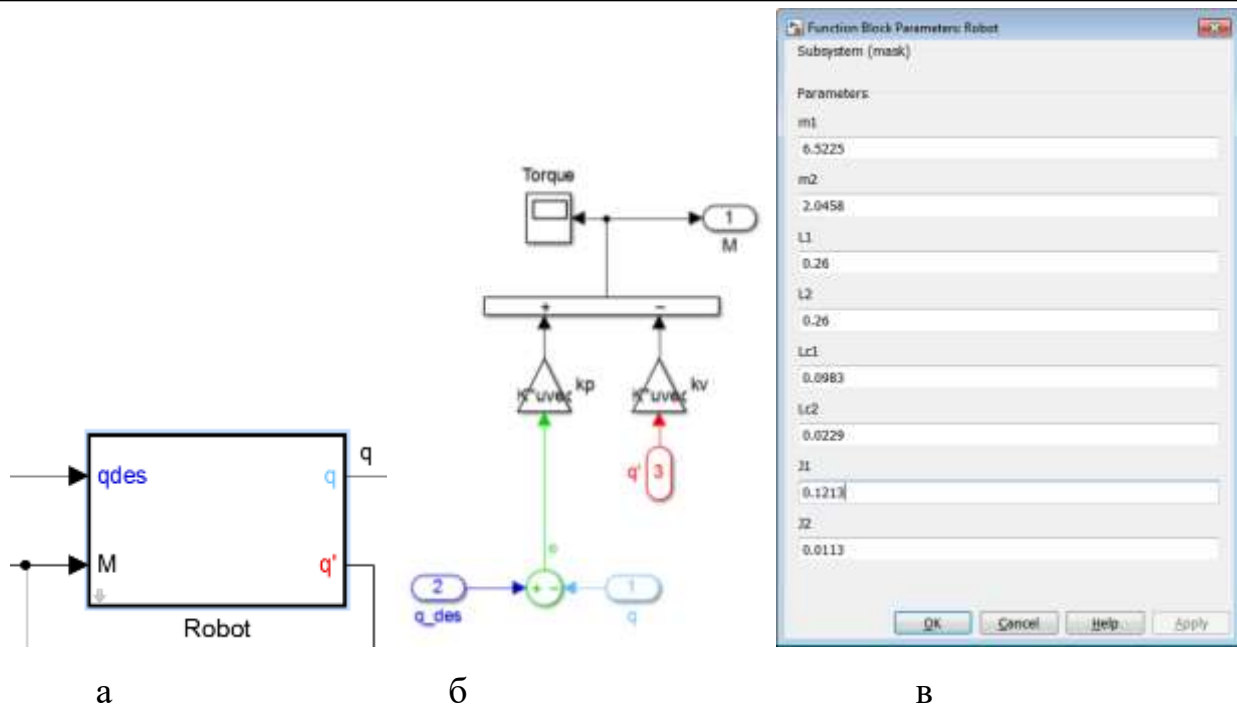
$$V = \frac{1}{2} \dot{e}^T D(q) \dot{e} + \frac{1}{2} \dot{e}^T K_p e, \quad (3)$$

похідна якої має вигляд:

$$\dot{V} = -\dot{e}^T K_v \dot{e}, \quad (4)$$

Як бачимо, (4) має негативний знак, значить розв'язання (2) стійке і помилка в системі наближатиметься до нуля.

Для дослідження поведінки маніпулятора промислового робота з ПД-регулятором побудовано Simulink-модель дволанкового маніпулятора з параметрами, наведеними у [2]. Матриці рівняння динаміки (1) були виконані у вигляді окремих підсистем. Потім для зручності моделювання, всі ці підсистеми були поміщені в одну підсистему «Robot» (рисунок 2а). На цьому ж рисунку наведені параметри маніпулятора (рисунок 2в). До моделі маніпулятора було додано ПД-регулятор (рисунок 2б) у відповідності до рисунка 1.



а – загальний вигляд підсистеми «Robot» б – модель ПД-регулятора;
в – параметри маніпулятора

Рисунок 2 – Підсистема «Robot», що моделює маніпулятор

Тепер, коли створена модель маніпулятора, приступимо до моделювання роботи системи керування ним. Вектор гравітаційних моментів $G(q)$ в рівнянні (1) має наступні компоненти:

$$g_1(q) = [m_1 l_{c1} + m_2 l_1] g \sin(q_1) + m_2 l_{c2} g \sin(q_1 + q_2), \quad (5)$$

$$g_2(q) = m_2 l_{c2} g \sin(q_1 + q_2). \quad (6)$$

Припустимо, що мета керування полягає в забезпеченні повороту першої ланки на $q_1 = \pi/10$ рад, а другої ланки – на $q_2 = \pi/30$ рад. Легко перевірити, що $G(q_d) \neq 0$. Тому початок координат $\begin{bmatrix} e^T & \dot{q}^T \end{bmatrix}^T = 0$ рівняння замкнутої системи з ПД-регулятором не є положенням рівноваги. Це означає, що за допомогою ПД-регулятора мета керування не може бути досягнута. Підтвердимо це положення моделюванням. Приймемо

$$K_p = \begin{bmatrix} 30 & 0 \\ 0 & 30 \end{bmatrix} \text{ Н·м/рад і } K_v = \begin{bmatrix} 7 & 0 \\ 0 & 3 \end{bmatrix} \text{ Н·м·с/рад.}$$

В якості початкових умов прийнято $q(0) = 0$ і $\dot{q}(0) = 0$. Результати моделювання наведені на рисунку 4, де штриховою лінією надані бажані значення кутів q повороту ланок.

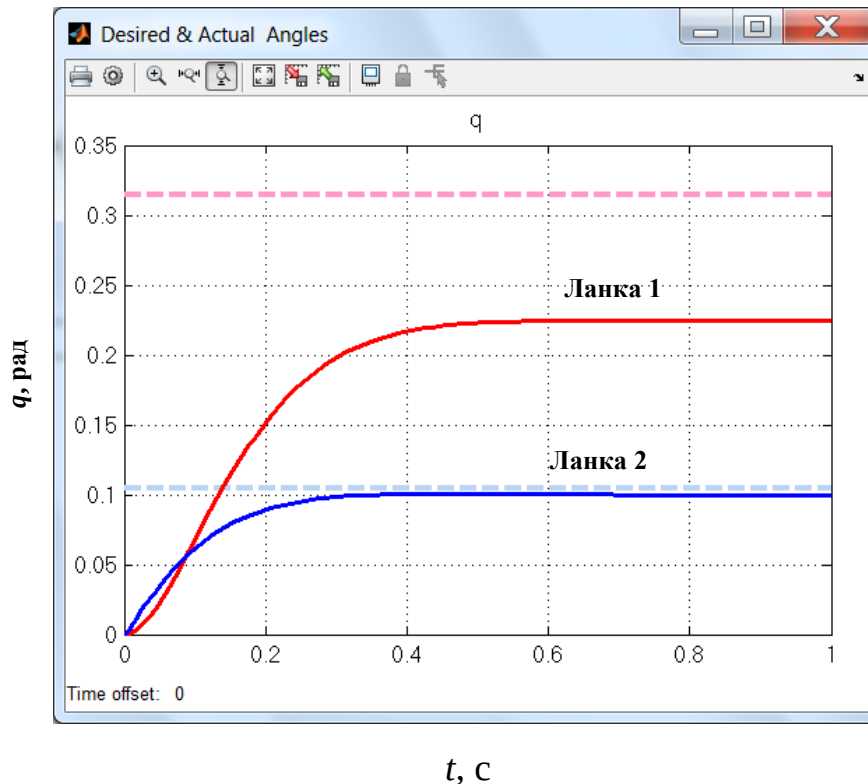


Рисунок 4 – Зміни кутів повороту q ланок маніпулятора з ПД-регулятором

Як видно з рисунку 4 ланки маніпулятора позиціонуються з помилкою: $e_1 = 0,1$ рад і $e_2 = 0,005$ рад, тобто, як ми й очікували, мета керування не досягнута.

Таким чином, необхідно використовувати більш складний регулятор, ніж ПД-регулятор.

Література:

1. Фу К. Робототехника/ К. Фу, Р. Гонсалес, К. Ли – М.: Мир, 1989. – 624с.
2. Гурко А.Г. Анализ энергоэффективности методов планирования траекторий манипулятора / А.Г. Гурко, М.Н. Кравцов, А.В. Лебединский // Технология приборостроения. – 2016. – № 2. – С. 70-73.

АНАЛІЗ ГІДРОПРИВОДІВ В СИСТЕМАХ ПЕРЕСУВАННЯ РОБОТІВ

Бінковська А.Б., Сердюк А.О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Промислові роботи, призначені для застосування в промисловості та народному господарстві є основними типами роботів і становлять до 80% парку роботів у світі.

Як машина робот складається з виконавчої системи і системи, що інформаційно-управляє, з сенсорною системою. Виконавчі системи включають маніпуляційну систему у вигляді механічних маніпуляторів і системи пересування, наявні тільки у мобільних роботів.

Конструкцію роботів визначають за наступними показниками:

- типи приводів;
- вантажопідйомність;
- кількість маніпуляторів;
- тип та параметри робочої зони;
- рухливість та спосіб розміщення;
- виконання за призначенням.

Приводи, які використовуються в маніпуляторах і системах пересування роботів, можуть бути електричними, гідравлічними і пневматичними. Також є випадки, коли їх застосовують в комбінації.

Системи пересування роботів відносяться до виконавчих систем разом з маніпуляційними системами. Основною специфічною частиною усіх систем пересування є рушії, що перетворюють зусилля від двигунів приводів в зусилля, рушійне систему пересування.

Перші наземні мобільні роботи були створені у зв'язку з потребою розширення робочої зони їх маніпуляторів, а також для виконання чисто транспортних операцій (внутрішньоцеховий, складський і інший транспорт).

Особливий розділ робототехники складають крокуючі системи пересування і

засновані на них транспортні машини.

Крокуючий спосіб представляє основний інтерес для руху по заздалегідь непередбачуваних місцевості з перешкодами. Традиційні колісні і гусеничні транспортні машини залишають за собою безперервну колію, витрачаючи на це значно більшу енергію, ніж у разі пересування кроками, коли взаємодія з ґрунтом відбувається тільки в місцях упору стопи. Окрім цього крокуючий спосіб пересування має і більшу прохідність на пересіченій місцевості аж до можливості пересуватися стрибками, долати перешкоди і т.п. При крокуючому способі менше руйнується ґрунт. При пересуванні по досить гладких і підготовлених поверхнях цей спосіб поступається колісному в економічності, швидкості пересування і простоті управління.

У завдання системи управління крокуючої машини входять:

- стабілізація в процесі руху положення корпусу машини в просторі на певній висоті від ґрунту незалежно від рельєфу місцевості;
- забезпечення руху по певному маршруту з обходом перешкод;
- пов'язане управління ногами, що реалізовує певну ходу з адаптацією до рельєфу місцевості.

Оскільки основне призначення крокуючих машин - пересування по сильно пересіченій місцевості, управління ними обов'язково має бути адаптивним. У системі управління при цьому виділяють зазвичай наступні три рівні управління :

- перший, нижній, рівень - управління приводами мір рухливості ніг;
- другий рівень - побудова ходи, тобто координат рухів ніг, із стабілізацією при цьому положення корпусу машини в просторі;
- третій рівень - формування типу ходи, напрямку і швидкості руху, виходячи із заданого маршруту в цілому.

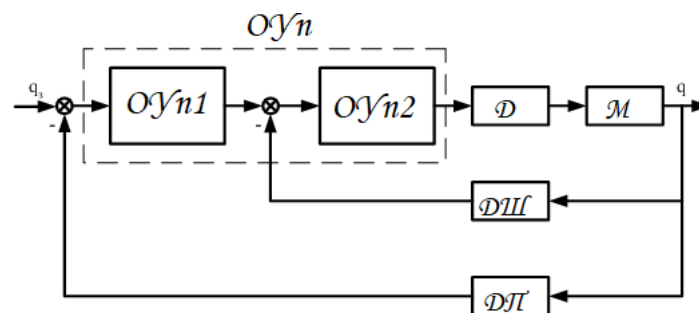
Перший і другий рівні реалізуються автоматично, а третій рівень здійснюється за участю людини-оператора.

Одна з перших моделей крокуючої машини була створена в ХІХ столітті.

У приводів роботів при вбудуванні у виконавчі системи мають бути мінімальні габарити і маса. Робота приводів проходить зі змінним навантаженням в несталих режимах. Перехідні процеси мають бути практично неколивальними. Вартість,

надійність та зручність експлуатації є важливими параметрами приводів робота. Вимоги до робіт визначаються вимогами, що пред'являються до способу управління, швидкодії і точності. На виході приводів робіт швидкість поступальної ходи повинна складати в середньому від доль до декількох метрів в секунду при погрішності відробітку переміщення, рівного долям міліметра.

Стандартна блок-схема позиційного приводу маніпулятора представлено на на рисунку 1.



Д - двигун; М - механізм передачі і перетворення переміщення; ДШ, ДП - датчики швидкості і положення; ОУп1, ОУп2 - складові частини облаштування управління приводу ОУп

Рисунок 1 - Типова схема позиційного приводу

Роль гнучкого зворотного зв'язку, що коригує, і служить для управління швидкістю, разом із загальним зворотним зв'язком по положенню, виконує зворотний зв'язок за швидкістю. Датчик швидкості ставиться на виході двигуна перед механізмом, щоб збільшити сигнал, що знімається з датчика за швидкістю у випадках, коли механізм М є редуктором і знижує швидкість. Облаштування управління може бути безперервної дії, релейним, імпульсним або цифровим.

Гідравлічні приводи найбільш складні і дорогі в порівнянні з пневматичними і електричними. Проте при потужності 500 - 1000 Вт і вище вони мають найкращі масогабаритні характеристики і тому є основним типом приводу для важких і надважких робіт. Гідравлічні приводи добре управляються, тому вони знайшли також застосування в роботах середньої вантажопідйомності, для яких потрібно високоякісні динамічні характеристики.

Розвиток робототехники створив необхідну науково-технічну основу для реалізації цього принципово нового для техніки способу пересування і для створення нового типу транспортних машин - що крокують.

Література:

1. Ткачук Ю. Я. Совершенствование методов расчёта промышленных роботов. – К.: Знание, 1988. – 24 с.
2. Ткачук Ю. Я. Определение параметров насосных установок объемных гидроприводов на этапе эскизного проектирования / Вестник НГУУ «КПИ». Серия «Машиностроение». – 1999. – Том 1, № 36. – 282 с.
3. Ніколайчук В. М. Основи робототехніки: навч. посіб. – Рівне: НУВГП, 2008. - 76 с.
4. Гуржій А. М. Основи автоматики та робототехніки: Навчальний посібник/ А. М. Гуржій, А. Т. Нельга, В. М. Співак, О. С. Ітякін:–Дніпро:«Гарант СВ», 2021.- 243с.
5. Захватні пристрої промислових роботів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://ni.biz.ua/3/3_8/3_81512_zahvatnie-ustroystva-promishlennih-robotov.html
6. Проць. Я.І. Захоплювальні пристрої промислових роботів: Навчальний посібник . – Тернопіль: Тернопільський державний технічний університет ім. І. Пулюя, 2008. – 232с.
7. Robotics Applications [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.electrocrafter.com/motors-for/robotics/>.

ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ СУЧАСНИХ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ

Бондарєва К.С.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Електронна техніка стрімко увійшла в повсякденне життя та діяльність людини в вигляді офісних, промислових комп'ютерів, потужних електронно-обчислювальних машин та в вигляді контролерів і мікроконтролерів, які вбудовані на сьогодні практично у всі побутові прилади та промислові установки і виконують функції управління, контролю, захисту та діагностики [1]. Мікропроцесорні системи докорінно змінили технології створення електронної техніки, підняли суттєво технологічну культуру та рівень знань розробників нової техніки, користувачів і ремонтного персоналу.

Така ситуація позначилась і на самих мікропроцесорних системах, які сьогодні базуються на напівпровідникових мікросхемах, що створюються на основі нанотехнологій. На сьогодні електронна промисловість освоїла 25÷35 нанометрові процеси, при яких товщина ізоляційного прошарку в транзисторах знаходиться на рівні 1 нм, що складає по товщині близько п'яти атомів водню.

Вихід на рівень нанотехнологій призвів до докорінної зміни фізики процесів, при цьому класичні закони, як виявилось, не працюють на цьому рівні.

Сучасні електронні пристрої потребують елементної бази, яка відповідає таким вимогам як: висока швидкість обробки даних, компактність і низьке енергоспоживання [2]. До основних принципів організації мікропроцесорних систем в електроенергетиці можна віднести:

- принцип апаратно-програмної надмірності. Цей принцип передбачає таку організацію МПС, при якій виникаючі несправності в апаратурній і програмній частинах усуваються за рахунок того, що виконання функціональних завдань беруть на себе резервні блоки або відбувається пріоритетний перерозподіл виконуваних завдань по важливості і терміновості. Таким чином зменшується вірогідність відмови МПС в цілому, тобто замість події "відмова" в такій системі розглядається подія "погіршення якості";

- принцип мультипроцесорності. Цей принцип полягає у використанні для побудови системи ряду однотипних обчислювальних елементів, що взаємодіють один з одним або через поле загальної пам'яті, або за допомогою спеціальних каналів зв'язку і комутаційних структур. Завдяки цьому можна здійснити структурну надмірність, включаючи в систему додаткові по відношенню до мінімального набору обчислювальні елементи;

- принцип модульності. Цей принцип полягає в тому, що вся система створюється у вигляді незалежних однотипних взаємозамінних модулів. Це дозволяє нарощувати систему і робити її менш вразливою до відмов. Принцип модульності підвищує ремонтпридатність системи і, як наслідок, надійність її функціонування протягом тривалого часу. Принцип модульної побудови апаратної частини МПС визначає і модульність її програмного забезпечення. Остання досягається виділенням самостійних програмних модулів, оптимальним чином розміщуються в пам'яті МПС;

- принцип функціональної децентралізації. Відповідно до нього функціональні завдання розподіляються між процесорами МПС (так звана, декомпозиція завдань), чим забезпечується паралельне їх виконання в часі. Це істотно підвищує швидкодію, полегшує можливість роботи в реальному часі і скорочує кількість завдань, які не виконуються при втраті працездатності деяким числом процесорів;

- принцип динамічного перерозподілу функцій. Дозволяє за наявності надлишкових обчислювальних модулів за допомогою програмної підсистеми забезпечити автоматичну реконфігурацію МПС для збереження її основних обчислювальних функцій у випадку відмови. При цьому менш завантажений модуль бере на себе виконання завдань модуля що відмовив. Програмне забезпечення перерозподілу функцій повинно бути доповнено апаратним забезпеченням;

- принцип єдиної інформаційної бази. Характеризує системний підхід до обробки інформації. Його застосування в МПС дозволяє накопичувати і постійно оновлювати інформацію, необхідну для функціонування системи. При цьому в основних масивах виключається невиправдане дублювання, яке неминуче виникає у разі створення інформаційних масивів для кожного завдання окремо. Єдина інформаційна база

дозволяє здійснювати одноразовий введення і багаторазове використання первинної оперативної інформації;

- принцип комплексного методу проектування. Передбачає створення МПС у вигляді єдиного інформаційного комплексу, який вирішує всі завдання контролю, захисту, діагностики та управління. При цьому конкретна МПС розглядається не автономно, а як підсистема комплексної АСУ електромережевого об'єкта;

- принцип безперервного розвитку системи. Передбачає можливість зміни її структури, нарощування обчислювальних модулів і функцій, а також модифікацію програмного забезпечення. При цьому комплекси робочих програм будуються таким чином, щоб при необхідності можна було легко міняти не тільки окремі програми та підпрограми, але і критерії, за якими виконуються завдання;

- принцип нових завдань. Дозволяє змінювати закладені в систему алгоритми у відповідності з новими можливостями засобів обчислювальної техніки, і таким чином підвищувати технічну досконалість МПС.

Отже, оскільки в основі всіх сучасних інформаційних технологій лежить комп'ютерна техніка, інформаційно-обчислювальні сіті, супутникові лінії зв'язку, INTERNET-технології і т.п., а об'єми інформації, що потребують обробки у реальному часі невідпинно зростають, пов'язані з цим технічні і технологічні проблеми потребують вирішення тим чи іншим способом. Завдяки невідпинній роботі вчених і інженерів провідних лабораторій, фірм і корпорацій всього світу еволюціонують відповідні прилади і пристрої. А час від часу відбуваються глобальні революційні зміни, але принципи організації мікропроцесорних систем зберігаються.

Література:

1. В.В. Кирик, Кацадзе Т.Л., Мікропроцесорна техніка. Київ, Україна: «Політехніка», 2014. С. 10, 122–124. Веб-посилання: <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/19120/1/%D0%9C%D> (дата звернення 19.11.2022)
2. Колонтаєвський Ю.П., Мікропроцесорна техніка. Харків, Україна: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. С. 75. Веб-посилання: <https://core.ac.uk/download/pdf/7> (дата звернення 19.11.2022)

ДАТЧИК ТИСКУ ТА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ТИСКОМ

Будрій О.С.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Система керування, також система управління — систематизований набір засобів впливу на підконтрольний об'єкт для досягнення цим об'єктом певної мети. Об'єктом системи керування можуть бути як технічні об'єкти так і люди. Об'єкт системи керування може складатися з інших об'єктів, які можуть мати постійну структуру взаємозв'язків.

Об'єктом керування може бути будь-яка динамічна система чи її модель. Стан об'єкта характеризується деякими кількісними величинами, що змінюються в часі, тобто змінними стану. В технологічних процесах у ролі таких змінних може виступати температура, густина, в'язкість сировини або механічні переміщення (кутові або лінійні) і їхня швидкість, електричні змінні, температура технологічного обладнання, у бізнес-процесах — курс цінних паперів тощо.

На рисунку 1 представлена система автоматичного керування тиском, яка може мати різні види додаткових засобів.

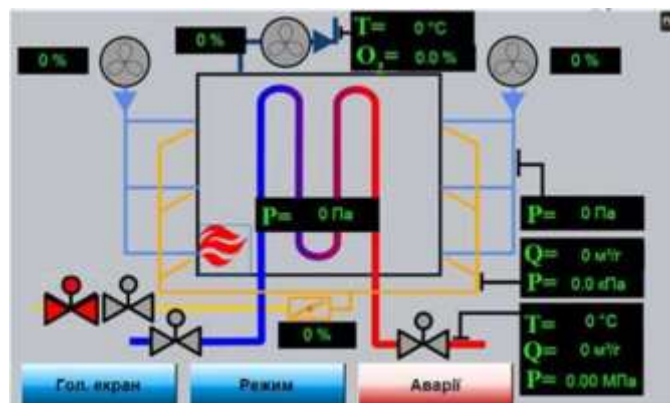


Рисунок 1 Система керування

Вимірювання тиску полягає у встановленні значення тиску у рідкому чи газоподібному середовищі. Це необхідно для керування технологічними процесами та

забезпечення безпеки виробництва. Крім цього, цей параметр використовується при непрямим вимірюваннях інших технологічних параметрів: рівня, витрати, температури, густини тощо. В системі SI за одиницю тиску береться Паскаль (Па).

Для забезпечення нормального функціонування пневматичного робота в ресивері компресора необхідно підтримувати заданий тиск, незважаючи на зміну витрат повітря в ході виконання роботом маніпуляційних операцій. Живлення асинхронного електродвигуна компресора здійснюється за допомогою частотного перетворювача. Замкнена система автоматичного регулювання організується з використанням зворотного зв'язку по сигналу датчика тиску, що підключається до пневматичної системи на виході ресивера та видає сигнал струму зворотного зв'язку для аналогового входу частотного перетворювача, в якому є вбудований стандартний ПІД-регулятор. На рис. 2 наведена структурна схема системи автоматичного регулювання тиском.

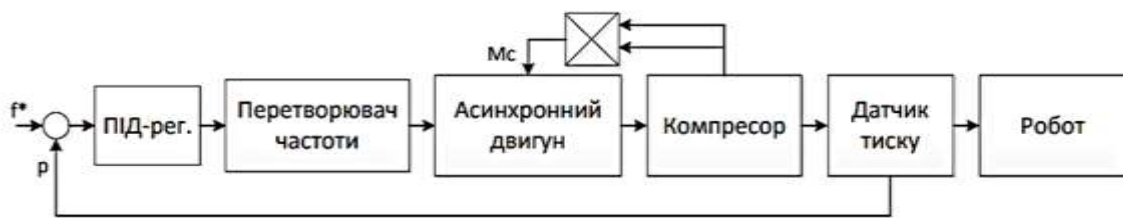


Рисунок 2 – Структурна схема системи автоматичного регулювання тиску

Головною відмінністю та суттєвою перевагою датчика тиску (перетворювача тиску) від манометра є дистанційна передача вимірюваного параметра. Тобто при використанні манометра ми бачимо показання приладу на шкалі і в залежності від виробничого чи промислового технологічного процесу робимо записи до журналу або виконуємо інші дії. При використанні датчика тиску ми можемо на місці бачити, а в деяких випадках і не бачити, у місці вимірювання відображення інформації про поточний тиск, але при цьому датчики тиску передають інформацію у вигляді цифрового, струмового та інших видів сигналів на великі відстані, що дає можливість ув'язати безліч датчиків у серйозну автоматизовану систему управління технологічним

процесом для різних виробничих і промислових процесів. При цьому журнал вимірювання тиску датчиками створюється автоматично, на підставі цих даних можлива сигналізація критичних показань тиску, відключення або включення різних клапанів, заслінок та будь-які інші дії, що запобігають аваріям та управляють запланованим технологічним процесом.

Іншою не менш важливою відмінністю є точність показань, яка у манометрів тиску обмежується класом 0,5% (за винятком еталонних, зразкових манометрів, клас 0,15). При цьому датчики тиску здатні вимірювати різні види тиску з урахуванням похибки до $\pm 0,075\%$ (датчики тиску МЕТРАН), $\pm 0,4\%$ (датчики тиску YOKOGAWA), $\pm 0,5\%$ (датчики тиску ROSEMOUNT). Як бачимо датчики тиску в двадцять разів точніше за манометри, що є дуже важливим при вимірюванні на відповідальних об'єктах, наприклад, де використовується комерційний облік і від точності показань залежить витрата, а відповідно і сума коштів, сплачена за спожиті рідини, нафтопродукти, газ та ін.

Датчики МЕТРАН-100 (рис. 3) вимірюють тиск газів, рідин, кисню, пари та газових сумішей. Працює він як у вибухонебезпечних, так і вибухобезпечних умовах. При використанні у вибухонебезпечних умовах є два види захисту – «вибухонепроникна оболонка» серія Вн та «іскробезпечний електричний ланцюг» серія Ех. Рівень захисту від вибухів у нього три – особливо вибухобезпечна ExiaIICT5X, спеціальна вибухобезпечна ExdsIIBT4/H2X та вибухобезпечна ExibIICT5X.



Рисунок 3 Датчики МЕТРАН-100

Діапазон температурних умов у навколишньому середовищі, в якому працюватиме пристрій – від тропічних (з високим рівнем температури та вологості) до північних (-450C). Важливо, що за таких умов робота рідкокристалічного індикатора стабільна. Аналогічними цьому перетворювачу приладами у світі є МЕТРАН 150, термоперетворювачі Rosemount і Emerson.

У цих пристроїв використовують мікропроцесори, тому вони є інтелектуальними. Мікропроцесори дають ряд переваг: конфігурація та зміна діапазону вимірювання, регулярна компенсація впливу навколишнього середовища, покращена робота, дистанційне керування, отримання дистанційної інформації про діагностику. Ці переваги швидко окупають витрати.

Отже датчики тиску МЕТРАН-100 працюють у системах автоматичного контролю та безперервного перетворення тиску на виході в струмовий уніфікований та/або цифровий сигнал за стандартом протоколу HART, базований на інтерфейсі RS485 цифровий сигнал. В них також вбудована система фільтрації радіоперешкод. Кнопка встановлення нульового значення розташована із зовнішнього боку приладу. Вбудований мікропроцесор забезпечує безперервну самодіагностику.

Література:

1. Горошків Б.І. Радіоелектронні пристрої: Довідник / Б.І. Горошків. - М .: Радіо і зв'язок, 1984. - 400 с.
2. Белов А.В. Конструювання пристроїв на мікроконтролерах / А.В. Белов - СПб .: Наука і техніка, 2005.- 256 с.
3. Цифрові радіоприймальні системи: Довідник / [М. І. Жодзішський, Р.Б. Мазепа та ін .; під ред. М.І. Жодзішського]. - М .: Радіо і зв'язок, 1990. - 384 с.
4. Соммер У. Програмування мікроконтролерних плат Arduino / Freeduino У. Соммер. - СПб .: БХВ - Петербург, -2012 256с.
5. Arduino блокнот програміста_Brian W. Evans.- 2007.- 40с.
6. Arduino Simulator [Електронний ресурс]: <http://arduinotest.sourceforge.net/>

7. <https://robotclass.ru/tutorials/arduino-pressure-sensor-bmp180-bmp085/>
8. <https://arduino-diy.com/arduino-rezistivnyy-datchik-davleniya>
9. <https://izmerkon.ru/podderzhka/publikaczii/vidy-datchikov-davleniya.html>
10. <https://pribortrade.com.ua/news/vidy-datchikov-davleniya/>
11. https://epa.kpi.ua/wp-content/uploads/2016/02/19-SISTEMA_AVTO_MATICHNOGO-REGULYUVANNYA-TISKOM.pdf
12. <https://pribortrade.com.ua/datchik-davleniya-metran-100/#:~:text=—%20метран%20100%20дв%20—%20датчик%20разрежения,есть%20разрежение%20происходит%20относительно%20атмосферы.>
13. https://uk.wikipedia.org/wiki/Система_керування

ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОНОМНОГО ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТНИХ РОБОТІВ

Власюк Д.О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

На сьогодні процеси автоматизованої обробки вантажу застосовуються майже в усіх великих логістичних терміналах. Тоді як для вантажних терміналів застосування автономних транспортних роботів являється рідкістю, що пов'язано зі специфікою та складністю даного обладнання. В разі спільного використання автоматизованих систем всіх напрямків діяльності вантажного терміналу з'являється можливість його глобальної автоматизації. Що в результаті дозволяє покращити ефективність роботи вантажного терміналу, зменшити час на проведення операцій обробки вантажу та опрацювання інформації, збільшити точність процесу вантажопереробки та підвищити економічну ефективність логістичного підприємства [1].

На вантажно-розвантажувальних операціях (ВРО) забезпечення автономної роботи є важливою задачею мобільних роботів, для вирішення якої використовують засоби автономного живлення. Ці засоби повинні забезпечити роботу усіх компонент мобільного робота протягом певного часу [2].

У невеликих мобільних роботів використовуються електроприводи, тому там потрібні автономні джерела електричного струму, наприклад, акумулятори, іоністори або сонячні батареї.

Коли мобільні роботи здійснюють переміщення по заданим постійним маршрутам використовують засоби бездротової передачі енергії. Найчастіше використовують акумулятори, що мають досить високу ємність, малий час та велику кількість циклів заряду. Сонячні панелі встановлюються для довгострокового автономного використання.

На рисунку 1 наведений принцип дії та конструкція пристрою бездротової передачі електроенергії фірми VAHLE.



Рисунок 1 – Принцип дії та конструкція пристрою бездротової передачі електроенергії фірми VАНLE

Первинний пристрій перетворює вхідну напругу з частотою 50 Гц, отриману з мережі електроживлення, у первинний струм з частотою 20 кГц, яка подається на дроти, що здійснюють передачу електроенергії. Вторинний пристрій за допомогою котушки індуктивності приймає цю енергію та перетворює її у вторинну напругу постійного струму, що використовується для живлення мобільного робота.

На рисунку 2 наведені пристрої для зняття електроенергії CPS®-PS 19 та CPS®-PS 19 компакт.



Рисунок 2 – Пристрої для зняття електроенергії CPS®-PS 19 та CPS®-PS 19 компакт

На рисунку 3 наведений приклад використання системи бездротового живлення для одночасної передачі даних та здійснення маршрутослідкування за допомогою дротів, що використовують для передачі електроенергії [3].



Рисунок 3 – Приклад використання системи бездротового живлення для одночасної передачі даних та здійснення маршрутослідкування

Розглядаючи технологічний процес складу як цілісний комплекс послідовно виконуваних операцій, можна умовно виокремити: операції з надходження товарів на склад; операції зі зберігання товарів на складі; операції з відпускання товарів зі складу. Вибір технології розвантажування і доставки товарів до місць зберігання визначається видом транспортних засобів, упаковки, габаритами і масою завантажених місць, застосуванням окремих видів піддонів, контейнерів, підйомно-транспортного обладнання, властивостями вантажу тощо. Розміщення товару здійснюється відповідно до зон зберігання, приклад використання транспортних роботів з бездротовим живленням представлено на рисунку 4.



Рисунок 4 – Транспортні роботи з бездротовим живленням

Усередині основних складських зон, таких як зона активного зберігання та ін., варто виділяти місця, в яких буде зберігатися вантаж, об'єднаний за певними

ознаками. Вантаж можна групувати за декількома критеріями: аналіз оборотності, однотипність, приналежність конкретному виробникові, габаритність.

Місця зберігання також можуть бути позначені RFID-мітками, що забезпечить автоматичну прив'язку розміщеного вантажу до конкретного місця зберігання. Це дозволяє створити за допомогою спеціального модуля складської програми віртуальну карту складу для транспортних робіт з бездротовим живленням, а зчитування мітки в цьому випадку дозволить однозначно визначити місце розташування.

Постанова загальної задачі вантажно-розвантажувальних операцій (ВРО) складу полягає у наступному. Відомо:

- множина технічних засобів (ідентифікації та переміщення вантажу), що входять в систему управління ВРО, їх параметри та характеристики;
- множина програмних засобів управління складом з набором програмних додатків, їх параметри та характеристики.

Необхідно обрати комплект технічних засобів та програмне забезпечення системи бездротового живлення для одночасної передачі даних та здійснення маршрутослідкування, які підвищать ефективність та швидкість проведення складських операцій з урахуванням заданих критеріїв та обмежень.

Література:

1. Михайлов Є.П. Мобільні роботи: навч. посіб. Одеса : ОНПУ, 2016. 239 с.
2. Фокус. URL: <https://focus.ua/uk/digital/508769-novaya-tehnologiya-peredachu-energii-posvolit-zaryazhat-gadzhety-na-hodu> (дата звернення 10.11.2022).
3. Шишацький А. В. Розвиток інтегрованих систем зв'язку та передачі даних для потреб Збройних Сил. // Науково-технічний журнал "Озброєння та військова техніка". 2015. № 1(5). С. 35 –40.

АНАЛІЗ ПОБУДОВИ SCADA-СИСТЕМИ ДЛЯ СТЕНДУ ДОЗУВАННЯ ПРОМИСЛОВОЇ РІДИНИ

Гурко В.О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Розробка сучасної автоматизованої системи вимагає великих інвестицій і займає тривалий час. І тому в більшості випадків розробники керуючого прикладного програмного забезпечення (ППЗ), зокрема ППЗ для АСК ТП, вважають за доцільне піти шляхом, придбавши, освоївши та адаптувавши якийсь готовий, уже апробований універсальний інструментарій [1].

Потім постає питання вибору вже існуючого пакету SCADA. Нижче наведено лише деякі пакети, популярні на західному та українському ринках [1].

У світі існує більше десятка компаній, які активно займаються розробкою та розповсюдженням пакетів SCADA. У таблиці 1.1 наведено лише деякі з популярних [1].:

Таблиця 1.1 – Популярні SCADA/HMI – програми

SCADA/HMI	Фірма-розробник	Країна
Vijeo Citect	Schneider Electric	Франція
InTouch	Wonderware	США
iFIX	Intellution	США
Genesis	Iconics	США
CitectSCADA	Citect	Австралія
RealFlex	BJ Software Systems	США
Factory Link	United States DATA Co	США

Вибір пакету SCADA є досить складним завданням, подібним до прийняття рішень в умовах багатокритеріальності, ускладненим неможливістю кількісної оцінки низки критеріїв через брак інформації. Кожен пакет SCADA є ноу-хау компанії, тому інформація про ту чи іншу програму дещо обмежена[2].

Незважаючи на велику різноманітність SCADA-програм на ринку, більшість із них мають приблизно однаковий набір функціональних можливостей, що дозволяє виконати основні вимоги до верхнього рівня АСУ. Набір стандартних функцій в системах SCADA визначається загальним колом завдань при розробці систем автоматизації.

Нагадаємо склад основних функцій, які дозволяють виконати повноцінний проект автоматизації: Без чого не обходиться жодна SCADA система, так це графічний інтерфейс, який дозволяє спростити завдання побудови та відображення технологічного процесу. Графічна частина включає можливість спрощеного або детального відображення об'єктів процесу, засоби вимірювання фізичних параметрів технологічних об'єктів. Крім того, він дозволяє відображати кнопки, індикатори, панелі стрілочних або цифрових індикаторів, регулятори та інші вторинні пристрої, які раніше розташовувалися на панелі шафи автоматики. Підтримка бібліотек зображень і відео дозволяє відображати на графічній панелі програми SCADA графічну інформацію від сторонніх розробників, наприклад елементи мнемотехніки, динамічні об'єкти [2-5].

Однією з найважливіших функцій систем SCADA є захист від несанкціонованого доступу до самої системи. Типова система SCADA включає 3 основні компоненти, показані на рисунку 1.

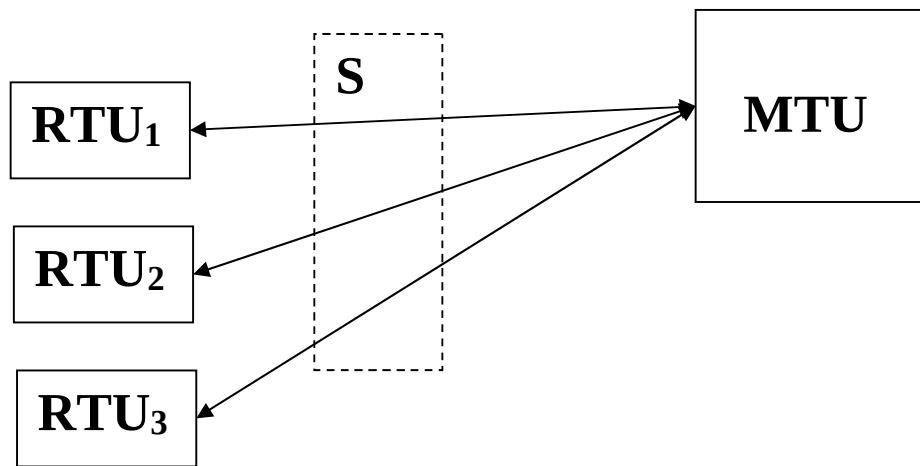


Рисунок 1 – Три компоненти SCADA системи

1. Remote Terminal Unit (RTU) – віддалений термінал, який виконує обробку завдань (керування) в режимі реального часу. Спектр його реалізацій широкий - від примітивних датчиків, що фіксують інформацію від об'єкта, до спеціалізованих багатопроцесорних відмовостійких обчислювальних комплексів (контролерів), що здійснюють обробку інформації та керування в строгому режимі реального часу. Його конкретна реалізація визначається конкретним використанням. Використання пристроїв низькорівневої обробки інформації дозволяє знизити вимоги до пропускної здатності каналів зв'язку з центральним диспетчерським центром..

2. Master Terminal Unit (MTU) або Master Station (MS) – центр диспетчерського управління (головний термінал); здійснює обробку даних і управління високим рівнем, як правило, в режимі м'якого (квазіреального) часу; однією з основних функцій є забезпечення інтерфейсу між людиною-оператором і системою. Залежно від конкретної системи MTU може бути реалізовано різними способами - від одного комп'ютера з додатковими пристроями для підключення до каналів зв'язку, до великих комп'ютерних систем (мейнфреймів) і робочих станцій і серверів, підключених до локальної мережі. Як правило, при побудові МП використовуються різні методи підвищення надійності та безпеки функціонування системи .

Це і є місцем для програми SCADA. Оскільки це набір різних компонентів, його часто називають пакетом або системою.

3. Communication System (CS) – система зв'язку (канали зв'язку) необхідна для передачі даних від віддалених точок (об'єктів, терміналів) до центрального інтерфейсу оператора-диспетчера і передачі сигналів управління на ІТП (або віддалений об'єкт - залежно від конкретної реалізації системи). система) [2-5].

Таким чином, було розглянуто основні складові SCADA системи, їх місце та роль у складі стенду дозування промислової рідини. Незважаючи на те, що системи різні та їх існує дуже багато, їх структура подібна, тому можемо включити до вибору майже кожну з них, а вже потім вибирати за ситуацією.

Література:

1. Петренко Ю. А., Костира Д. А., Аширов Д. В. Технологія синтезу системи дозування рідини // Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. 2021. Вип. 93. С. 19-25.

2. Устройства сбора данных NI myDAQ. Руководство по эксплуатации. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://www.labview.ru/_vl_files/datasheet/Ni%20MyDAQ%20\(Rus\).pdf](http://www.labview.ru/_vl_files/datasheet/Ni%20MyDAQ%20(Rus).pdf)

3. Чудинов М. А. Реализация взаимодействия openscada с микроконтроллером Arduino // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика. 2015. Т. 1. С. 173-180.

4. Последовательная связь по протоколу Modbus RS-485 с Arduino. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://microkontroller.ru/arduino-projects/posledovatelnaya-svyaz-po-protokolu-modbus-rs-485-s-vedomoj-arduino>

5. Modbus RTU libraries for Arduino. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://code.google.com/archive/p/simple-modbus>

АЛГОРИТМИ ПОШУКУ ЦІЛЕЙ МУЛЬТІРОБОТНИМИ СИСТЕМАМИ

Гурко В.О., Жмакін О.О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Вирішення завдання пошуку та відстеження цілей необхідне у різноманітних застосуваннях, в тому числі, пошуково-рятувальні операції при ліквідації катастроф, пошук природних ресурсів, екологічний моніторинг, військові застосування тощо [1]. Перспективним є вирішення цього завдання за допомогою мультіроботних систем (МРС), що складаються відносно простих роботів порівняно зі складністю поставленого завдання. Використання МРС має ряд переваг перед одиночними роботами. Вони здатні виконувати завдання пошуку цілі одночасно в різних місцях, що підвищує ефективність. МРС мають ширший діапазон дослідження, ніж один робот. Крім того, використання МРС є більш надійним, адже відмова одного або декількох роботів в групі не завжди призводить до провалу місії.

Існує багато різних алгоритмів, що застосовуються для керування МРС. Значна їх кількість натхненна поведінкою природних істот, такими як мурахи, птахи та бджоли. Це й зрозуміло, оскільки життєдіяльність ці істоти є колективними. Одним з популярних та ефективних алгоритмів є алгоритм бджолоїної колонії (АБК) [1].

АБК натхненний тим, як рій медоносних бджіл знаходить нові найбагатші та найближчі джерела їжі. У АБК колонія штучних бджіл складається з трьох груп:

- 1) робочих бджіл, які пов'язані з певним джерелом їжі,
- 2) спостерігачів, які спостерігають за танцем бджіл-розвідників у вулику, щоб вибрати джерело їжі, та
- 3) розвідників, які випадково шукають нові джерела їжі.

Сутність алгоритму у наступному.

Спочатку кілька розвідників вилітають із вулика у різних випадково обраних напрямках. У природі, як тільки виявлено джерело їжі, бджола-розвідник повертається у вулик і виконує відомий танець у вигляді вісімки, щоб передати нову інформацію бджолам-спостерігачам про місце своєї знахідки. За інтенсивністю танцю розвідників

бджоли-спостерігачі вибирають найбагатші джерела їжі (які найбільше задовольняють заданому критерію) та вилітають у потрібному напрямку. При цьому кількість надісланих бджіл залежить від багатства знайденого джерела їжі. На місці збору їжі бджоли-спостерігачі перетворюються на робочих бджіл. Вони облітають це місце та оцінюють з точки зору кількості їжі. Далі можливі два варіанти.

1). Бджола знаходить поблизу інше, більш привабливе джерело їжі і збирає її там, а про старе місце забуває (рис. 1). Потім вона повертається до вулика, де в танці повідомляє бджолам-спостерігачам координати нового джерела.

2) Бджола не знаходить кращого місця та збирає нектар там, куди спочатку летіла. Потім вона розповідає іншим бджолам про ту саму точку.

Після того, як джерело їжі вичерпано, бджола, яка його використовувала, стає бджолою-розвідником і знову шукає інші джерела їжі.

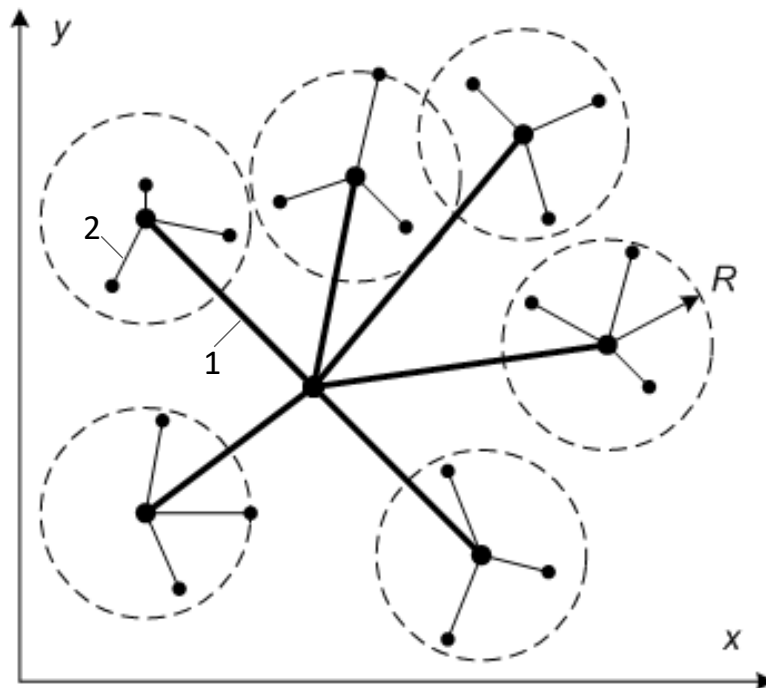


Рисунок 1 – Схематичне зображення стратегії розвідки двовимірного простору за при реалізації АБК [2]: 1 – траєкторії польоту бджіл-розвідників;
2 – уточнення рішень робочими бджолами

Процес повторюється багаторазово. Через деякий час усі бджоли зосередяться на найкращих джерелах, а координати менш привабливих забудуть.

У випадку використання роботів, як правило, немає необхідності повернення агента в «вулик», і інформація передається дистанційно. Це дозволяє швидко знаходити кілька цілей усім роєм.

Процес пошуку алгоритму АБК є надійним, оскільки процеси пошуку та експлуатації цілі здійснюються одночасно: спостерігачі та робочі бджоли використовують простір пошуку, тоді як розвідники виконують дослідження.

Спрощена блок-схема, що описує АБК наведена на рис. 2.



Рисунок 2 – Спрощена блок-схема АБК

Перевагами алгоритму бджолоїної колонії є те, що він дозволяє знаходити цілі в умовах невідомої місцевості, швидка збіжність. взаємозамінність та рівнозначність агентів.

Література:

1. Senanayake M. et al. Search and tracking algorithms for swarms of robots: A survey. Robotics and Autonomous Systems. 2016. V. 75. P. 422-434.
2. Алгоритм пчелиной колонии. *Wikipedia*. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Алгоритм_пчелиной_колонии (дата звернення: 14.11.2022)

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ МЕХАНІЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙ МЕТОДОМ НЕЧІТКИХ ВИМІРЮВАНЬ

Коваль А. О., Коваль О. О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автогрейдер — складна динамічна система, яка працює в умовах жорстких динамічних навантажень. Дана динамічна система складається з багатьох зв'язаних між собою елементів, взаємодія яких приводить до виконання спеціальних операцій [1-7].

Роботу автогрейдера можна охарактеризувати декількома режимами [9-10]. Наявність цих режимів свідчить про важкі умови роботи автогрейдера, як динамічної системи і необхідність проведення контролю рами і робочих органів в процесі його роботи.

На сьогодні в процесі експлуатації постійно вимірюються температура двигуна, тиск в гідравлічних системах, ступінь заряду акумулятора, але ці вимірювання не характеризують справність системи в залежності від режиму роботи. Щоб це було можливо необхідно для кожного режиму роботи визначити кількість вимірюваних параметрів, періодичність проведення їх вимірювань. Тобто нечіткі вимірювання неелектричних параметрів автогрейдера будуть залежати як від динаміки роботи машини, так і від динамічних навантажень, які будуть діяти на нього в процесі роботи.

Охарактеризуємо кожний режим роботи з точки зору оптимізації вимірюваних параметрів. Визначимо які параметри взагалі необхідно вимірювати. З метою діагностування цілісності рами автогрейдера необхідно вимірювати вібрацію, деформацію, прискорення або швидкість автогрейдера. Для оцінки справності двигуна необхідно вимірювати вібрацію, температуру, напругу на акумуляторі (детонацію), тиск масла, температуру охолоджуючої рідини, кількість обертів в хвилину колінчатого валу. Для оцінки роботи гідроприводу: тиск в гідросистемі, температуру гідравлічної рідини.

З метою дослідження вимірювань неелектричних параметрів автогрейдера було розроблено наступну структуру нечітких вимірювань представлену на рис. 1.

Об'єктом дослідження являється автогрейдер, який представляє собою складну динамічну систему, яка працює в умовах жорстких динамічних навантаженнях. Автогрейдер характеризується вимірюваними параметрами, які більш детально характеризують стан машини при різних режимах роботи. Для кожного режиму роботи є масив інформативних і неінформативних параметрів. В зв'язку з цим були виділені наступні інформативні параметри: температура двигуна, вібрації двигуна, тиск масла в гідросистемі, кількість обертів колінчатого валу, деформації рами та робочого органу, вібрації рами.

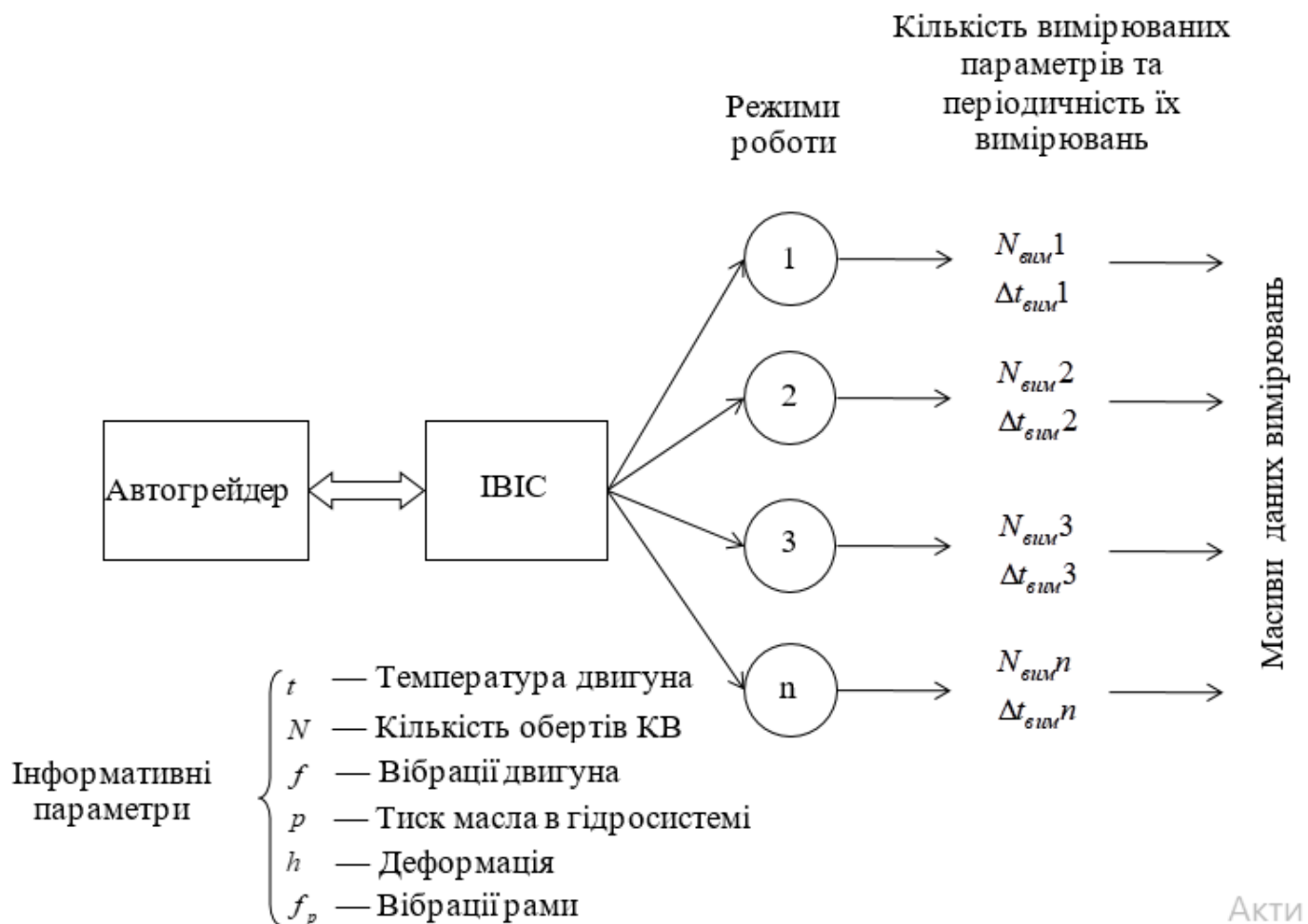


Рисунок 1 – Структура нечітких вимірювань

Інтелектуальна вимірювальна інформаційна система (ІВІС) вимірює ці параметри і в залежності від їх значень визначає режим роботи та кількість

вимірювальних параметрів і періодичність їх вимірювання при кожному режимі [1-6]. Таким чином ІВІС формує масив даних, який в залежності від режиму роботи автогрейдера буде постійно змінюватись. Ці масиви формуються за признаками $M=1,2,3,4$ нечітких правил які визначаються в залежності від динамічних режимів роботи автогрейдера.

Правило 1. Якщо навантаження на раму автогрейдера $h \leq 1420$, то кількість вимірюваних інформативних параметрів буде складати 3: температура, кількість обертів колінчатого валу та вібрація двигуна. Періодичність вимірювання становитиме для температури і вібрації двигуна буде становити 1 с, кількість обертів вимірюється з періодичністю у 2 с. Таким чином розмір вимірювальної вибірки визначається кількістю вимірювань 30...60.

Правило 2. Якщо навантаження на раму автогрейдера $h \leq 1450$, тоді кількість вимірюваних інформативних параметрів буде складати 5: температура, кількість обертів колінчатого валу, тиск масла в гідросистемі, вібрація двигуна та деформація рами. Періодичність вимірювання вибирається для температури і тиску 1 с, кількість обертів – 1,5 с, вібрація двигуна вимірюється з періодичністю у 0,8 с, деформація – 0,1 с. Таким чином розмір вимірювальної вибірки визначається кількістю вимірювань 40...600.

Правило 3. Якщо навантаження на раму автогрейдера $h \leq 1850$, тоді кількість вимірюваних інформативних параметрів буде складати 6: температура, кількість обертів колінчатого валу, тиск масла в гідросистемі, вібрація двигуна, деформація та вібрація рами. Періодичність вимірювання вибирається для температури 1 с, кількість обертів і тиск масла – 0,8 с, вібрація двигуна вимірюється з періодичністю у 0,6 с, деформація – 0,08 с, а вібрація рами – 0,2 с. Таким чином розмір вимірювальної вибірки визначається кількістю вимірювань 60...750.

Правило 4. Якщо навантаження на раму автогрейдера $h \geq 1850$, тоді кількість вимірюваних інформативних параметрів буде складати 6: температура, кількість обертів колінчатого валу, тиск масла в гідросистемі, вібрація двигуна, деформація та вібрація рами. Періодичність вимірювання вибирається для температури 1 с, кількість обертів – 0,5 с, тиск масла в гідросистемі – 0,3, вібрація двигуна вимірюється з

періодичністю у 0,5 с, деформація – 0,06 с, а вібрація рами – 0,1 с. Таким чином розмір вимірювальної вибірки визначається кількістю вимірювань 60...1000.

За результатами аналізу експериментальних досліджень був розроблений алгоритм нечітких вимірювань представлений на рис 2.

Підвищення достовірності вимірювань в цьому алгоритмі досягається за рахунок адаптації IBIS до режимів роботи автогрейдера.

За результатами експериментальних досліджень було встановлено наступну динаміку зміни таких складових векторів параметрів $\hat{P}$, як h - деформація рами та робочого органу, f - вібрація двигуна, p - тиск масла в гідросистемі, N - кількість обертів в хвилину колінчатого валу, t - температура двигуна, f_{δ} - вібрація рами. Дані інформативні параметри подаються на вхід алгоритму. В залежності від динамічних навантажень розпізнається режим роботи автогрейдера: якщо навантаження менше 1420 Н/м² – приймається рішення про наявність транспортного режиму, для слабо навантаженого режиму навантаження повинна становити не більше 1450 Н/м², для середньо навантаженого режиму – менше 1700 Н/м², рішення про сильно навантажений режим приймається при появі навантаження від 1850 Н/м². В залежності від вибраного режиму роботи буде визначатися кількість вимірюваних інформативних параметрів (для транспортного режиму становитиме 3, для слабо навантаженого – 5, для середньо та сильно навантаженого – 6) та формуватися матриця вимірюваних параметрів.

Періодичність вимірювання оціночних неелектричних величин в залежності від режиму роботи автогрейдера буде вибиратися різною. Чим більші навантаження при критичних режимах роботи автогрейдера, тим менший період вимірювання параметрів. Експериментально встановлюють значення кожного параметру і з появою даного значення формується сигнал попередження. Потім приймається рішення про подальшу роботу автогрейдера.

Таким чином, як показали результати експериментальних досліджень, період коливань динамічних навантажень на робочий орган лежить в межах від 30 до 300 мс

(0,03...3,3 Гц). Ці коливання в свою чергу, незалежно від режиму роботи, передаються на раму автогрейдера і в ній виникають коливання більш низької частоти 1,25 Гц.

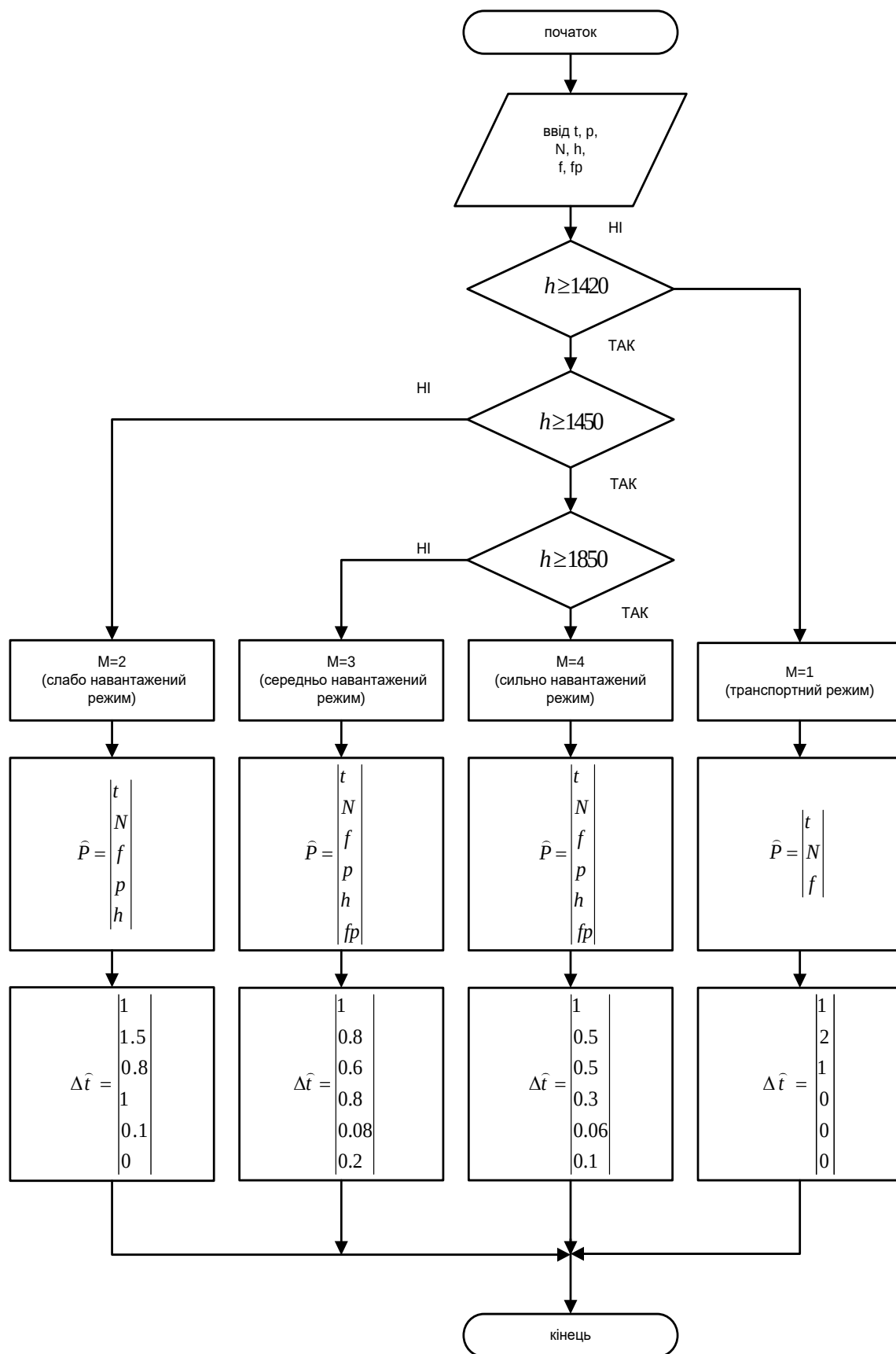


Рисунок 2 – Алгоритм формування нечітких правил вимірювань

Отже, результати експериментальних досліджень свідчать про те, що кількість вимірюваних параметрів та періодичність їх вимірювання в залежності від динамічних навантажень в кожному режимі повинна бути різною. Запропонована методика нечітких вимірювань може бути корисною при проведенні наукових досліджень та в навчальному процесі ХНАДУ.

Література:

1. К. Асаи, Д. Ватада Прикладные нечеткие системы: Пер. с япон./ С. Иван и др.; под редакцией Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно.-М.: Мир, 1993. 368 с.
2. Волкович В.Л., Волошин А. Ф., Заславский В. А., Ушаков И. А. Модели и алгоритмы оптимизации надежности сложных систем.- Киев: Наукова Думка.- 1993.- 312с.
3. Макаров И.М., Виноградская Т.М., Рубчинский АЛ, Соколов В.В. Теория выбора и принятия решений. -М.: Наука, 1982.-328 с.
4. Сакава М. Оптимизация линейных систем. От одноцелевого к многоцелевому программированию,—Токио: Норисита сьоппан, 1984.
5. Sakawa M., Yano H. Interactive decision making for multiobjective linear programming problems with fuzzy parameters//In "Large-scale modeling and interactive decision analysis, proceeding" ed. by Fandel et al,-Eisenach, GDR: Springer-Verlach, 1986- P. 88-96.
6. Танака, Сигэру, Асаи. Формализация нечеткого метода группо- групповой обработки данных//Сисутэму то сэйге. - 1986.-Т. 30, N 9.-С. 581-587.
7. Chankong V., Haimes Y. Y. Multiobjective decision making: theory and methodology.-North-Holland, 1983.
8. Холодов А.М., Ничке В.В., Назаров Л.В. Землеройно-транспортные машины: Справочник. Харьков: Высш. шк. Изд-во Харьк. ун-та, 1982. 192 с.
9. Строительные машины: Справочник: В 2 т.: 5-е изд., перераб. Т.1: Машины для строительства промышленных, гражданских сооружений и дорог / А.В. Раннев, В.Ф. Корелин, А.В. Жаворонков и др.; под общ. ред. Э.Н. Кузина: М.: Машиностроение, 1991. 496 с.

10. Строительные машины: Учеб. для вузов/ Д.П. Волков, Н.И. Алешин, В.Я. Крикун, О.Е. Рынсков. Под ред. Д.П. Волкова. М.: Высш. шк., 1998. 319 с.

АНАЛІЗ МІКРОКЛІМАТУ В САЛОНІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Коробка В.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобіль у наш час для декого стає будинком на колесах. Багато хто проводять у ньому чималу частину свого життя. Свіже чисте повітря, тепло й прохолода – необхідні елементи комфорту.

Зростаючи з кожним днем щільність транспортного потоку висуває підвищені вимоги до водія автомобіля, тому сучасний автомобіль повинен забезпечувати для водія такі умови, щоб він протягом тривалого часу міг виявити оптимальну працездатність. Для досягнення бажаних результатів, при розробці сучасних автомобілів потрібно враховувати безліч факторів, що впливають на комфорт водія. Ці фактори містять у собі ефективну температуру, виділення й регулювання тепла в людському тілі, втрати людським тілом тепла й вологості, рух повітря в салоні, вплив випромінювання холодних і гарячих поверхонь у просторі, що кондиціонується й розшарування повітря.

Термодинамічний стан повітряного середовища перебування людини змінюється в результаті надходження в неї водяної пари й тепла. Якщо за умовами технологічних і біологічних процесів, що протікають в обмежених приміщеннях, потрібно підтримувати певні параметри повітря, то в цих випадках використовують пристрої кондиціонування повітря.

Кондиціонування повітря це створення й підтримка необхідних параметрів повітряного середовища в приміщенні. У широкому змісті, поняття "кондиція повітря" характеризується наступними параметрами: температурою, вологістю, швидкістю руху повітряних потоків, чистотою, тепловим опроміненням, змістом заходів, тиском, газовим і іонним складом. Залежно від призначення транспортного засобу вибирають необхідні параметри повітряного простора, до сприятливих для людини умов. Для транспортних засобів повітряне середовище обмежується тільки частиною

перерахованих параметрів: температурою, вологістю, швидкістю руху повітряних потоків, тепловим опроміненням і чистотою.

При значних змінах навколишнього середовища можливе погіршення діяльності органів почуттів, серця, нервової системи людини. Погіршення самопочуття негайно позначається на роботі системи "людина-машина-середовище".

Створення сприятливого мікроклімату є однією з найважливіших складових завдань забезпечення оптимальних навколишніх умов для роботи людини. У гігієнічному відношенні мікроклімат являє собою комплекс фізичних факторів навколишніх умов, здатних впливати на тепловий стан організму і його терморегуляторні реакції.

Основну роль у визначенні теплового стану організму грають температура повітря й інтенсивність теплового опромінення. Велике значення має також запиленість повітря й наявність у ньому шкідливих домішок.

Негативний вплив несприятливого мікроклімату на продуктивність праці людини встановлено експериментальними дослідженнями. причиною різних захворювань, ряду патологічних змін в організмі, а також причинної передчасної втрати працездатності та навіть інвалідності стає тривалий вплив несприятливих факторів умов праці на людину нерідко.

Для кондиціонування повітря забезпечуються застосування спеціальних систем. Під терміном "система кондиціонування повітря" (у загальному випадку – кліматична система) мається на увазі комплекс пристроїв, призначених для створення й підтримки різними способами в обмеженому приміщенні заданих величин параметрів повітря незалежно від зміни зовнішніх факторів.

При вентиляції салону зовнішнім повітрям у літню пору можна створити задовільні умови для роботи водія й знаходження пасажирів у помірних районах нашої країни. Однак у південних районах потрібно додатково застосовувати штучне охолодження повітря. У зимовий період потрібен підігрів повітря, що подається в салон транспортного засобу.

Дані спостережень за використанням кліматичних систем на автомобілях різного призначення показують, що водії таких автомобілів затрачують менше часу на

відпочинок і зупинки, зменшується їхня стомлюваність, зростають ефективність роботи й зібраність у процесі керування транспортним засобом, що має величезне значення для безпеки.

Підвищенню попиту на кліматичні системи й фільтри очищення повітря сприяє зростаюче забруднення атмосфери Землі, поширення автомобілів з великою поверхнею остеклення кузова, що сприяє значним коливанням температури повітря в салоні автомобіля, Причому характерно, що подібними установками обладнаються автомобілі не тільки вищого й середнього класу, але також і компактні малого класу.

Кліматична система, у якій системи опалення, вентиляції, фільтрації повітря, кондиціонер і керуюча автоматика є складовими елементами, застосовується на легкових автомобілях будь-якого класу.

Пристрій штучного мікроклімату для транспортних засобів повинні відповідати вимогам простоти конструкції, невисокої вартості, можливості обслуговування персоналом низької кваліфікації, зберігання під відкритим небом і т.д. Вони повинні забезпечувати розрахункові умови при постійно мінливих режимах роботи машини, у різний час дня й року.

Основним завданням кліматичної системи є створення сприятливого мікроклімату для людини в салоні автомобіля, тобто оптимальних навколишніх умов для роботи людини. У загальному випадку мікроклімат являє собою комплекс факторів, які впливають на тепловий стан організму людини з навколишніх його умов. Основні фактори, які повинна регулювати система контролю, що впливають: температура, вологість, швидкість руху повітря й теплове опромінення. Є більше функціональні системи, які розроблені для автомобілів представницького класу, що забезпечують так само дезодорацію, озонування, іонізацію й парфумерізацію повітря в салоні автомобіля.

Література:

1. Как работают климатические системы автомобиля. – Режим доступа: <https://www.avtomir.ua/details/tech/teplo-holodno-kak-rabotayut-klimaticheskie-sistemyi-avtomobilya/>

2. Кондиціонер та клімат-контроль автомобіля: яка між ними різниця? – Режим доступу: <https://www.novasyla.com.ua/obzori-i-novosti/kondiconer-ta-klmat-kontrol-avtomoblya-yaka-mzh-nimi-rznicya-uk/>
3. В чому різниця між кондиціонером і клімат-контролем? – Режим доступу: <https://bogdanauto.com.ua/v-chomu-riznicya-mizh-kondicionerom-i-klimat-kontrolem/>
4. Що обрати – кондиціонер або клімат контроль? – Режим доступу: <https://servicems.com.ua/uk/news/post/716-Konditcioner-abo-climat-kontrol-v-avtomobili.html>
5. Лук'яненко В.М. Аналіз вимог до мікроклімату на робочому місці оператора мобільної сільськогосподарської техніки / В.М. Лук'яненко, І.В. Галич // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, випуск 93, «Механізація сільськогосподарського виробництва», Вісник ХНТУСГ, Випуск 93, Том 2, 2010. – С. 232-247.
6. Що таке клімат контроль? Принцип роботи. Різниця між кондиціонером і клімат-контролем. – Режим доступу: <https://avtobloknot.com.ua/shcho-take-klimat-kontrol-pryntsyp-roboty-riznytsia-mizh-kondytsionerom-i-klimat-kontrolem/>

КЕРУВАННЯ ОРІЄНТАЦІЄЮ МОБІЛЬНОГО РОБОТА

Нанцев В.О., Зеленько А.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Мобільна робототехніка стає однією з галузей сучасної промисловості, що розвивається найбільш бурхливо. Одним з завдань, що повинен вирішувати мобільний робот під час своєї роботи є керування рухом.

Керування рухом колісного мобільного робота в середовищі без перешкод може здійснюватися шляхом керування рухом від деякої початкової точки з початковою орієнтацією до деякої кінцевої точки з бажаною орієнтацією (траєкторія руху не задана) або шляхом відстеження еталонної траєкторії.

На кафедрі Автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій ведуться роботи щодо синтезу та дослідження різних методів планування шляху робота та керування його рухом. В даній роботі розглядатиметься робот з диференціальним приводом, тобто що має два ведучих колеса позаду, та одне опорне попереду.

При русі робота необхідно забезпечити задану орієнтацію. Керування орієнтацією саме колісного робота є ще більш важливим оскільки він може рухатися лише в певних напрямках через обмеження на кути повороту коліс. Хоча керування орієнтацією не можна виконувати незалежно від керування поступальним рухом робота, саме завдання керування можна розглянути окремо точки зору класичної теорії автоматичного керування. Це дозволить визначити вплив значень коефіцієнтів підсилення регулятора на показники якості замкнутої системи керування орієнтацією.

Припустимо, що орієнтація колісного робота в певний час $t \in \varphi(t)$, а бажана орієнтація $\varphi_{\text{ref}}(t)$. Помилку керування можна визначити як:

$$e_{\varphi}(t) = \varphi_{\text{ref}}(t) - \varphi(t). \quad (1)$$

Як і в будь-якій системі керування, потрібна керуюча змінна, що може впливати або змінювати керовану змінну, яка в даному випадку є орієнтацією. Мета керування – довести похибку керування до 0 якомога швидше, але все ж із дотриманням деяких додаткових вимог, таких як споживання енергії, навантаження на привод, надійність

системи за наявності збурень, шуму, паразитної динаміки тощо. У відповідності до традиційного підходу до синтезу системи керування побудуємо модель системи, якою потрібно керувати. В даному випадку ми будемо спиратися на кінематичну модель робота з диференціальним приводом:

$$\begin{bmatrix} \dot{x}(t) \\ \dot{y}(t) \\ \dot{\phi}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \varphi(t) & 0 \\ \sin \varphi(t) & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v(t) \\ \omega(t) \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Третє рівняння в рівнянні кінематичної моделі (2) є рівнянням орієнтації:

$$\dot{\phi}(t) = \omega(t). \quad (3)$$

З точки зору теорії керування рівняння (3) описує інтегруючу систему (її полюс розташований у початку координат комплексної площини s) з керуючою змінною $\omega(t)$. Добре відомо [1], що у інтегруючій системі звести помилку керування до нуля може простий пропорційний регулятор:

$$\omega(t) = K(\varphi_{\text{ref}}(t) - \varphi(t)), \quad (4)$$

де коефіцієнт посилення регулятора K є довільною позитивною константою. Інтерпретація закону керування (4) полягає в тому, що кутова швидкість $\omega(t)$ платформи робота встановлюється пропорційно похибці орієнтації робота. Поєднання рівнянь (3), (4) дозволяє переписати рівняння динаміки контуру керування орієнтацією робота наступним чином:

$$\dot{\phi}(t) = K(\varphi_{\text{ref}}(t) - \varphi(t)), \quad (5)$$

звідки можна отримати передавальну функцію замкнутої системи:

$$G_{\text{cl}}(s) = \frac{\varphi(s)}{\varphi_{\text{ref}}(s)} = \frac{1}{\frac{1}{K}s + 1}, \quad (6)$$

де $\varphi(s)$ та $\varphi_{\text{ref}}(s)$ – перетворені за Лапласом $\varphi(t)$ та $\varphi_{\text{ref}}(t)$ відповідно. Передавальна функція $G_{\text{cl}}(s)$ є функцією першого порядку, що означає, що при східчастому задаючому сигналі орієнтація експоненціально наближається до цього задаючого сигналу з постійною часу $T = 1/K$. Передавальна функція системи зі зворотним зв'язком також має одиничний коефіцієнт посилення, тому у встановленому режимі помилка орієнтації робота дорівнює 0.

Таким чином, регулятор (5) змусив замкнену систему керування орієнтацією робота поводитися як система першого порядку. Іноді бажано, щоб передавальна функція $G_{cl}(s)$ була функцією другого порядку, оскільки така передавальна функція дає більше ступенів свободи для проектувальника з точки зору форми перехідних процесів. Для цього приймемо, що кутове прискорення $\ddot{\varphi}(t)$ робота пропорційне помилці його орієнтації:

$$\ddot{\varphi}(t) = K(\varphi_{ref}(t) - \varphi(t)). \quad (7)$$

В цьому випадку отримаємо систему:

$$\ddot{\varphi}(t) = \ddot{\varphi}(t) = K(\varphi_{ref}(t) - \varphi(t)) \quad (8)$$

з передавальною функцією другого порядку

$$G_{cl}(s) = \frac{\varphi(s)}{\varphi_{ref}(s)} = \frac{K}{s^2 + K}, \quad (9)$$

з власною частотою $\omega_n = \sqrt{K}$ і коефіцієнтом демпфування $\zeta = 0$. Така система знаходиться на коливальній межі стійкості, тому перехідний процес є неприйнятним. Демпфування досягається включенням додаткового члена до регулятора (7):

$$\ddot{\varphi}(t) = K(\varphi_{ref}(t) - \varphi(t)) - K_2\dot{\varphi}(t), \quad (10)$$

де K_1 і K_2 є довільними позитивними коефіцієнтами посилення. Комбінуючи рівняння (3), (10) одержимо передавальну функцію замкненої системи:

$$G_{cl}(s) = \frac{\varphi(s)}{\varphi_{ref}(s)} = \frac{K_1}{s^2 + K_2s + K_1}, \quad (11)$$

з власною частотою $\omega_n = \sqrt{K_1}$, коефіцієнтом демпфування $\zeta = \frac{K_2}{2\sqrt{K_1}}$ і полюсами замкнутої системи $s_{1,2} = -\zeta\omega_n \pm j\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}$.

Передавальна функція (11) і є шуканою передавальною функцією системи керування орієнтацією мобільного робота.

Література:

1. Моделирование систем управления в SIMULINK : учеб. пособие / [В. А. Богомол, А. Г. Гурко, В. И. Клименко и др.]. – Харьков : ХНАДУ, 2018. – 220с.

СУЧАСНИЙ ПРОГРАМНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН

Плугін Д.А.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Системи моніторингу робочих процесів будівельно-дорожніх машин потребують багато обчислювальних ресурсів для обробки великих масивів різнотипних даних. Методи прийняття рішень у системах моніторингу дозволяють обмежити кількість вершин множини можливих станів системи керування робочого органу [1]. Цей факт значно зменшує вимоги до обчислювальної потужності та пам'яті бортової ЕОМ. З іншого боку, з'являється можливість побудови множин можливих станів системи автоматичного керування робочим органом, що еволюціонують у часі.

Ці завдання можливо вирішити тільки завдяки сучасному програмно-інформаційному інструментарію. Продукт повинен забезпечувати роботу всіх учасників проекту в інформаційному середовищі, що дозволяє поліпшити взаємодію між різними організаціями і підрозділами [2].

Проаналізуємо ринок даного інструментарію. В даний час ринок програмного забезпечення налічує багато систем, що дозволяють автоматизувати процес планування будівництва і побудувати віртуальну модель майбутнього розвитку, а також управляти БДМ. Етапи автоматизованого проектування робочих ділянок представлено на рисунку 1.

Відомими представниками є компанії Trimble (США) та Leica (Європа).

Модуль польових даних Terramodel (FDM) є початковим рівнем системи Terramodel. FDM поставляється в стандартній комплектації з усіма тахеометрами Trimble і забезпечує багато підтримки, управління даними та функцій додатків. Дані можуть бути передані з інструментів Trimble на додаток до різноманітних інструментів інших виробників та програмних систем. Надаються наступні інструменти: розрахунок, перегляд і аналіз геодезичних даних, попередній перегляд графіків, креслення проекту зйомки, формування звіту, запит даних. FDM можна

модернізувати, додавши інші модулі Terramodel для вирішення різноманітних геодезичних завдань (рис.2).



Рисунок 1 – Етапи автоматизованого проектування робочих ділянок

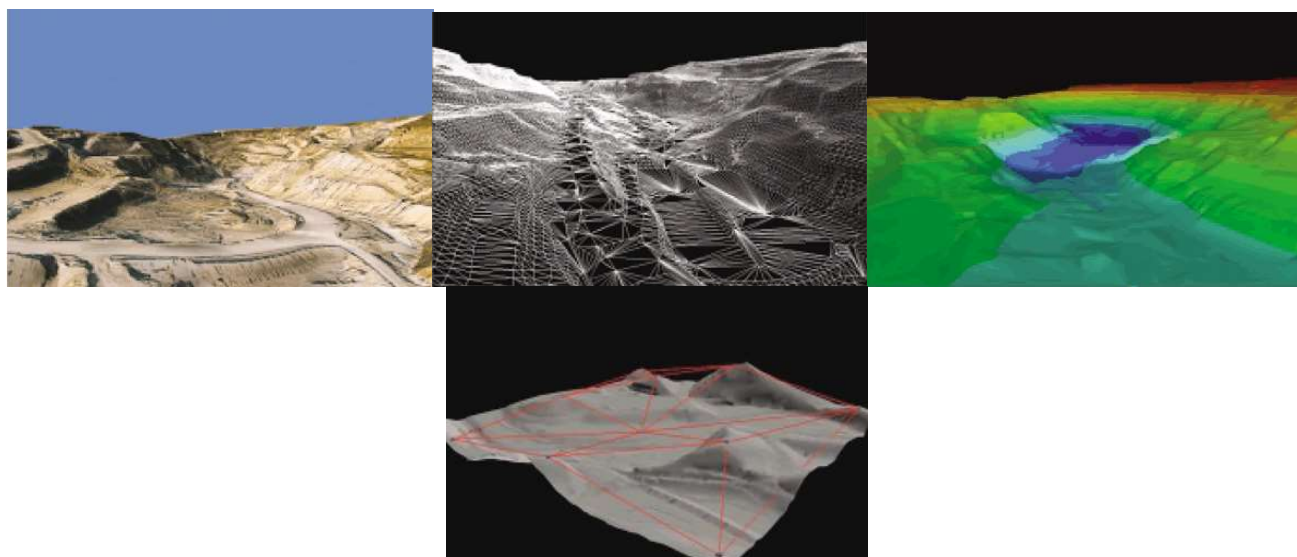


Рисунок 2 – Побудова цифрових моделей

Сьогодні на ринку програмних продуктів є безліч систем, що дозволяють автоматизувати процес планування місцевості й побудувати віртуальну модель робочого середовища, а також управляти робочими органами машин [3]. Прикладом є програмний інструментарій компанії Leica Geosystems. Підсистема Leica ConX дозволяє відслідковувати робочий процес у режимі реального часу за допомогою будь-якого пристрою. Дані візуалізуються, обробляються за допомогою хмарного рішення й вебінтерфейсу. Leica ConX дозволяє візуалізувати і перевіряти проектні моделі, дані зйомки й хід роботи за допомогою інструментів аналізу з метою моніторингу й ведення звітності щодо продуктивності ділянки (рис.3).

Модуль iCON office забезпечує передачу даних з офісу на робочу ділянку завдяки інтеграції програмного інструментарію у систему Leica ConX. Модуль Leica iCON office сумісний із системами керування машинами [4].

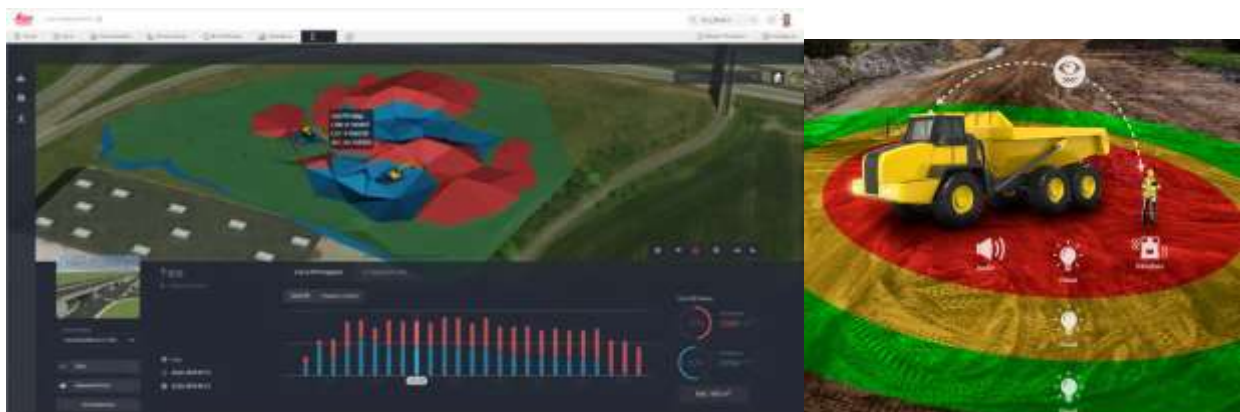


Рисунок 3 – Інструментарій Leica ConX

Програмне забезпечення підтримує керування датчиками від Leica Geosystems, а також інших виробників: AutoCAD DWG і DXF; IFC; мікростанцій DGN; LandXML; MX / Moss; REB. Опціональний модуль моделі рельєфу місцевості в Leica iCON дозволяє розрахувати обсяг виконуваних робіт на поверхні й на висоті. Leica Geosystems працює з HxGN SmartNet - це інтегрована цілодобова GNSS мережа, для забезпечення GNSS і RTK вимірів, побудована на найбільш референтній мережі, що дозволяє пристроям з підтримкою GNSS вимірів, швидко визначити точне місце розташування об'єктів керування (рис.4).



Рисунок 4 - Інструментарій iCON office та HxGN Smartnet

Володіючи більш ніж 4500 референтними станціями система HxGN SmartNet забезпечує одержання максимально швидких і точних координат.

Модуль iCON site дозволяє перевірити й визначити роботу на правильній глибині, із правильним профілем, ухилом або поверхнею. iCON site розроблений для повної інтеграції з будь-якими сенсорами й рішеннями для машин Leica iCON. Цей модуль дає можливість обміну даними із пристроїв, проектами й операторами, підвищує гнучкість і зменшує можливі простої в роботі (рис. 5).

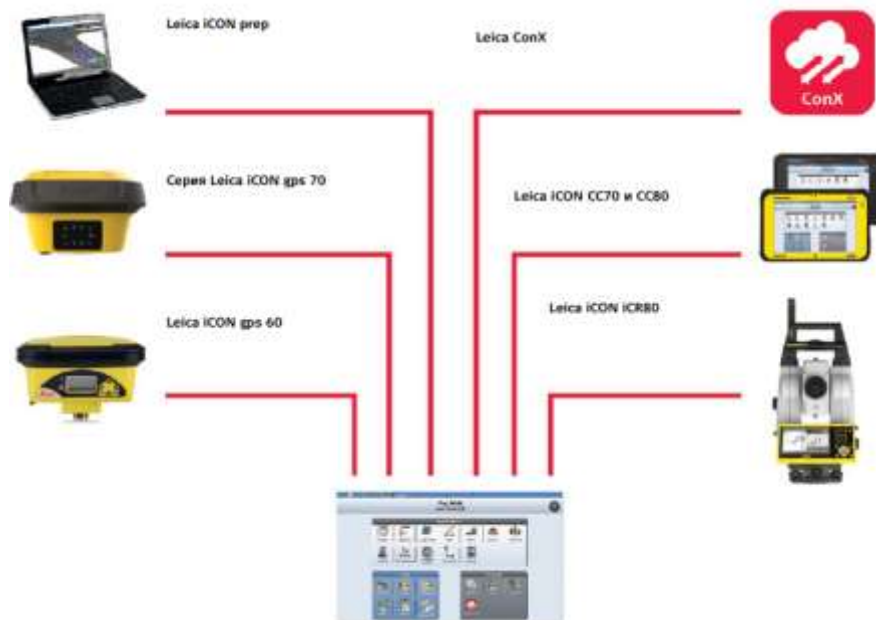


Рисунок 5 - Модуль iCON site

Переваги сучасного інструментарію: інформація про звіти і статистика в реальному часі на ділянці; мінімізація помилок; збільшення коефіцієнта використання машини й зниження витрат на паливо; вимір і калібрування на ділянці; зниження часу простою машини й підвищення продуктивності.

Програмний інструментарій завдяки методу розрахунку керуючого впливу, дозволяє бортовій ЕОМ визначити керування за 1 програмний цикл у порівнянні з багатьма циклами наявними методами.

Розроблені за останні роки системи управління машинами об'єднують досягнення в області супутникового позиціонування GPS і відповідні мехатронні засоби. Під час досліджень системи управління виконавчим механізмом найчастіше застосовують геодезичну систему моніторингу з використанням одночасно декількох компонентів. Це дає можливість у комплексі з ефективним програмним інструментарієм проводити обробку та розподіл інформації про стан об'єкту моніторингу.

Література:

1. Kahmen H., G. Retscher. Precise 3-D Navigation of Construction Machine Platforms. in: Papers presented at the 2nd International Workshop on Mobile Mapping Technology, April 21-23, 1999, Bangkok, Thailand, pp. 5A.2.1-5A.2.5.
2. Leica-geosystems. URL: <https://leica-geosystems.com/ru/products/total-stations> (дата звернення 28.10.2022).
3. A. D. Ashkezari, N. Hosseinzadeh, A. C. M. Albadi. Development of an enterprise Geographic Information System (GIS) integrated with smart grid. Sustainable Energy, Grids and Networks. 2018. Vol. 14. pp. 25–34. <https://doi.org/10.1016/j.segan.2018.02.001>.
4. S. Wang, Y. Zhong, E. Wang. An integrated GIS platform architecture for spatiotemporal big data. Future Generation Computer Systems. 2019. Vol. 94. pp. 160–172. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.10.034>

СУЧАСНІ ЗАДАЧІ МОНІТОРИНГУ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН

Плугіна Т.В., Харьковський П.Є.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

На сьогодні в машинобудівельній галузі України існують об'єктивні фактори, що стримують розвиток систем машинного контролю. Будівельним компаніям потрібен капітал для покупки або оренди БДМ, інтегрованого з технологіями моніторингу та керування [1]. Технологія моніторингу робочих процесів забезпечує більш високу точність, допомагає прискорити завершення проектів і вимагає менших витрат на технічне обслуговування. Тому розвиток систем моніторингу та керування робочими процесами є актуальною задачею.

До систем моніторингу також відносять геоінформаційні навігаційні системи (супутникові навігаційні системи СНС) інтеграції різносторонньої інформації про технологічний об'єкт. Ефективне використання СНС, встановлення GPS – інтенсифікаторів дає можливість побудувати динамічну модель робочого процесу [2]. Критерії, щодо вибору геоінформаційних систем моніторингу будівельних машин: повнота звітів про робочі параметри; сервісні функції при роботі з картами; інтеграція в спеціалізовані облікові програми і системи; поділ функцій за напрямками діяльності; ергономічність інтерфейсу; вартість; конфіденційність інформації; підтримка та оновлення програмного забезпечення.

Проаналізуємо останні технологічні напрямки світового ринку СНС:

- Connected Car – технології «підключеного транспортного засобу» (інформація, безпека, оплата, страхування, технічна допомога й інші послуги);
- V2X - обмін інформацією "автомобіль-автомобіль" V2V, "автомобіль-інфраструктура" V2I, "автомобіль-людина" V2P;
- розробка навігаційних технологій високої точності й надійності для автономних транспортних засобів (робомобілей, безпілотних транспортних засобів) і роботів [3].

Постають певні задачі моніторингу. В геоінформаційних системах циркулюють інтелектуальні системи обробки різнотипних даних за окремими задачами. Це суттєво скорочує час на обробку даних, але вимагає значних обчислювальних ресурсів та не враховує невизначеність про стан об'єкту моніторингу [4].

Запропонована архітектура інтегрованої ГІС-платформи, що розроблена для задоволення вимог обробки та аналізу просторово-часових даних в режимі реального часу за допомогою хмарних обчислень. Зазначена платформа не враховує відносну значущість подій, що підлягають аналізу та подальшій обробці, вимагає значних обчислювальних ресурсів.

Проведений аналіз показав, що відомі методи (методики): не дозволяють проводити якісну обробку великих масивів різнотипних даних, що мають чисельне та кількісне походження; мають велику обчислювальну складність; не враховують ступінь інформованості про стан об'єкту моніторингу; не дозволяють у комплексі проводити обробку та розподіл інформації про стан об'єкту моніторингу.

Необхідно провести розробку методу обробки різнотипної інформації в геоінформаційних системах, що здатний ефективно проводити у комплексі обробку та розподіл великих масивів даних в умовах невизначеності, а також дефіциту обчислювальних ресурсів (рис.1).

На рисунку 1 представлено структурну схему системи комплексної обробки геопросторових даних, де:

- $U(\Delta t) = \sum_{m=1}^M (\xi_m u_m)$ - події на об'єкті моніторингу;

- t_{1i} - затримка реакції системи;

- $\sum_{n=1}^N (\omega_{nm} (\tau_{nm} + T_n))$ - процес комплексної обробки (за цикл управління);

- $\tilde{U}(\Delta t) = \sum_{m=1}^M (\xi_m \tilde{u}_m)$ - інформаційно-аналітичні звіти;

- t_{2i} - оформлення звітів.

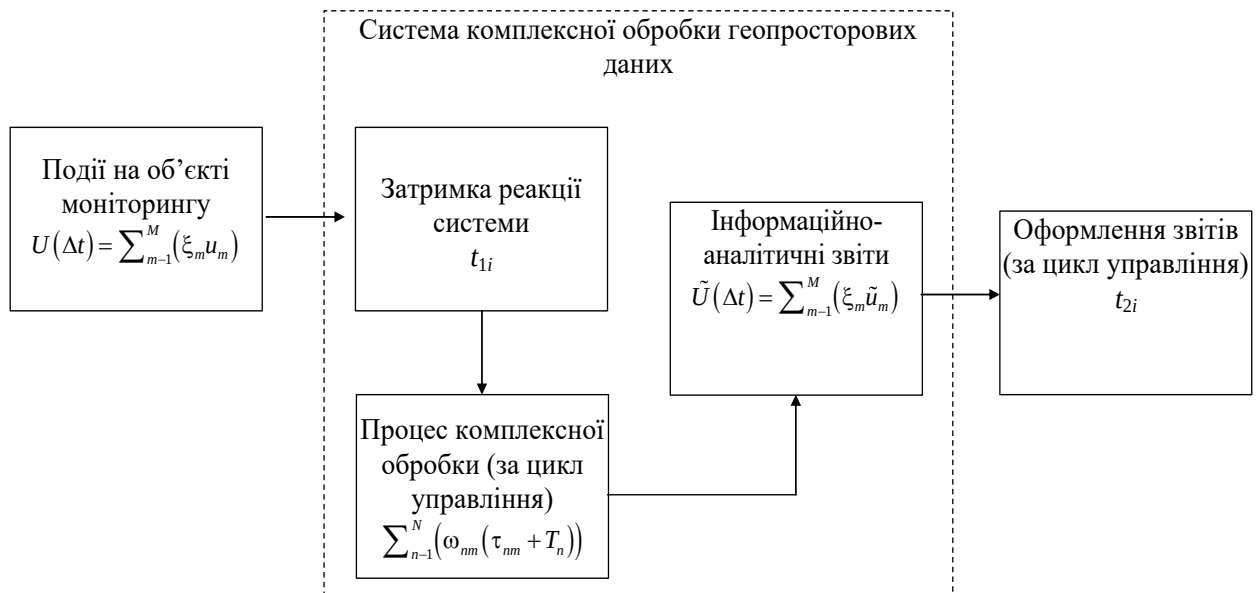


Рисунок 1 – Система комплексної обробки геопросторових даних

Метод комплексної обробки геопросторових даних в геоінформаційних системах складається з наступних етапів.

У відповідності до цільового призначення в якості показника ефективності процесу комплексної обробки геопросторових даних доцільно взяти ймовірність виконання завдань системою. За основу при оцінюванні ефективності візьмемо ймовірність виконання задачі ГІС за період циклу управління:

- збір інформації про задачі, стан засобів та об'єктів;
- обробка інформації по пункту 1, введення баз даних, оцінка обстановки, планування та оперативне управління діями;
- підготовка варіантів рішення, проведення розрахунків та оцінка обстановки, планування та оперативне управління діями;
- прийняття та затвердження рішення;
- формування управляючих впливів;
- доведення управляючих впливів до виконавчих механізмів;
- прийом управляючих впливів і підготовка засобів до виконання завдань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що виникає суперечність між сучасним рівнем технічного забезпечення процесів обробки різнотипної

геопросторової інформації та рівнем математичного, програмного та інформаційно-аналітичного забезпечення підтримки прийняття рішень.

Отже для моніторингу робіт необхідно обрати таку геоінформаційну систему, що здатна ефективно проводити у комплексі обробку та розподіл великих масивів даних в умовах невизначеності, а також дефіциту обчислювальних ресурсів.

Інвестиції в системи моніторингу будівельних машин України обіцяють заощадити час робочого процесу та скоротити витрати, пов'язані з технічним обслуговуванням.

Література:

1. A. D. Ashkezari, N. Hosseinzadeh, A. C. M. Albadi. Development of an enterprise Geographic Information System (GIS) integrated with smart grid. Sustainable Energy, Grids and Networks. 2018. Vol. 14. pp. 25–34. <https://doi.org/10.1016/j.segan.2018.02.001>.
2. S. Wang, Y. Zhong, E. Wang. An integrated GIS platform architecture for spatiotemporal big data. Future Generation Computer Systems. 2019. Vol. 94. pp. 160–172. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.10.034>
3. W.N.S.Wan-Mohamad, A.N. Abdul-Ghani. The Use of Geographic Information System (GIS) for Geotechnical Data Processing and Presentation. Procedia Engineering. 2011. Vol. 20. pp. 397–406. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.182>.
4. Шишацький А. В. Розвиток інтегрованих систем зв'язку та передачі даних для потреб Збройних Сил. // Науково-технічний журнал “Озброєння та військова техніка”. 2015. № 1(5). С. 35 –40.

СЕКЦІЯ 3

ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ ТА ВБУДОВАНІ СИСТЕМИ

ВИКОРИСТАННЯ ПОШУКОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

Кочина А.А., Ганзоріг Анкбаяр

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

В сучасних умовах для вирішення питань, які постають при організації роботи автотранспортних підприємств, які працюють на ринку міжнародних вантажних перевезень, наскрізь використовують ресурси всесвітньої комп'ютерної мережі Інтернет. Завдяки розвитку мережі Інтернет і активізації діяльності численних віртуальних служб цикл послуг з доставки товарів кінцевому споживачеві почав здобувати цілком конкретні, засновані на типізації транспортно-технологічних, інформаційних і фінансових операцій форми.

Основними вимогами до інформації, яку отримують учасники ринку транспортних послуг з перевезення вантажів у міжнародному сполученні, за допомогою мережі Інтернет є оперативність та достовірність. Для отримання необхідної інформації використовують пошукові системи мережі Інтернет. На першому етапі вводиться вхідна інформація для визначення загальних годинних і фінансових витрат на доставку вантажу в міжнародному сполученні. Пошукові системи мережі Інтернет залежно від характеру нагромадження, збереження й виду інформації мають наступну структуру (рис.1).



Рисунок 1 – Класифікація пошукових систем Інтернет

Для отримання інформації для системи міжнародних перевезень вантажів використовуються спеціалізовані сервери. Спеціалізовані сервери створені для того,

щоб надавати більш детальну інформацію за темою, за якою вони спеціалізуються.

Робота із спеціалізованими серверами має ряд особливостей:

- один тип спеціалізованих серверів полягає в необхідності реєструватися безкоштовно для повного доступу до бази даних перед початком роботи;
- другий тип спеціалізованих серверів полягає в необхідності реєструватися за визначену плату для повного доступу до бази даних перед початком роботи;
- третій тип спеціалізованих серверів полягає в необхідності реєструватися безкоштовно для повного доступу до бази даних перед початком роботи, а для більш детального доступу – заплатити встановлену плату.

Головним елементом в організації системи управління вантажопотоками сьогодні є технологія використання систем, орієнтованих на Інтернет. Ці системи дозволяють регулювати взаємини між підприємствами, які беруть участь у процесі вантажоперевезення, дозволяють проводити рекламу з меншими витратами через розробку недорогих Інтернет-сайтів, дозволяють регулювати сам процес вантажоперевезення через систему диспетчерського обслуговування, дозволяють заощаджувати фінансові ресурси через єдину систему фінансового сервісу. Приклад надання інформації у напрямку України за допомогою інформаційного сервісу щодо фрахту та попиту на доставку вантажу наведений на рисунку 2.



Рисунок 2 – Динаміка зміни сум фрахту по місяцям за останній рік

Також на цьому сайті можливо отримати більш детальну інформацію по кожній окремій заявці на перевезення до яких відносяться: дата, маршрут, відстань, характеристика поставки (вага, габаритні розміри), ставка та вартість (рис.3).

The screenshot displays a web interface for a logistics platform. On the left, there is a table listing various transport requests with columns for date, origin/destination, vehicle type, cargo, weight, and cost. On the right, there are three interactive panels: a search bar, a 'Distances calculation' tool showing routes like Astana-Vilnius and Astana-Phuket, and a 'Truck transport prices' table listing rates for different routes and cargo types.

Date	Route	Vehicle	Cargo	Weight	Cost
14.11.2022	Constanta (RO) — Pesechegyne (UA)	container truck	beef	24 t	2 200 EUR cash
14.11.2022	Constanta (RO) — Fastiv (UA)	container truck	agricultural prod...	24 t	1 800 EUR cash
14.11.2022	Constanta (RO) — Odessa (UA)	container truck	agricultural prod...	24 t	1 500 USD cash
16.11.2022	Constanta (RO) — Kyiv (UA)	container truck	a rock	26,9 t	1 2 000 EUR non-cash, at pickup
16.11.2022	Tirgu Lapush (RO) — Giurgiu (RO)	covered truck	spherical furn...	3,5 t	50 m³
14.11-20.11.2022	Kiercowa (PL) — Riga (LV)	trailer	styrofoam	21 t	1 300 EUR cash/cash, at dropoff
14.11-25.11.2022	Warsaw (PL) — Budapest (HU)	trailer	pellets	22 t	cash, at dropoff
14.11-25.11.2022	Warsaw (PL) — Paris (FR)	trailer	pellets	22 t	cash, at dropoff
14.11-15.11.2022	Constanta (RO) — Kyiv (UA)	container truck, cement mix	a rock	25 t	non-cash, at dropoff
21.11-25.11.2022	Farmhouse (TR) — Riga (LV)	refrigerator truck	fruits	21 t	
15.11-18.11.2022	Ottawa (PL) — Bielko-Biala (PL)	trailer, pickup in 00:00, pallets quantity 2, type of pallet...	equipment	0,5 t	
14.11-20.11.2022	Gdansk (PL) — Saint-Etienne (FR)	trailer	oil on pallets	22 t	EUR non-cash, at dropoff

Рисунок 3 – Характеристика попиту на доставку вантажів

Розвиток та впровадження інформаційних засобів системи управління міжнародними вантажними перевезеннями сприяє підвищенню ефективності їх функціонування, що в свою чергу розширює можливість практичного використання сучасних логістичних технологій та інтелектуальних транспортних систем, коли точна та своєчасна інформація є запорукою успішного та якісного транспортного обслуговування суб'єктів ринку міжнародних вантажних автомобільних перевезень (МВАП).

БОРТОВИЙ РЕЄСТРАТОР СПОЖИВАННЯ ПАЛИВА НА ДОРОЖНЬО- ТРАНСПОРТНОМУ ЗАСОБІ

Кривошапов С.І.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Паливо необхідно для вироблення теплової енергії, яка перетворюється на обертальну окружну силу на рушії машини. Споживання палива залежить від конструктивних та технічних параметрів, режиму руху та навантаження, а також від умов експлуатації [1].

Витрата палива для дорожньо-транспортних засобів нормується згідно з методикою, яка затверджена Міністерством транспорту України [2]. Значення базової норми витрат палива відповідає деяким середнім умовам, а застосування корегувальних коефіцієнтів до витрат палива не завжди відображають реальні умови експлуатації.

У дорожній документації перевізного процесу крім нормативного значення витрати палива необхідно також вказувати дійсну витрату палива. Часто значення фактичної витрати палива визначається за рівнем палива у баку. Однак це дуже не точний метод.

У сучасних транспортних засобах подача палива або час відкриття форсунки розраховується електронним блоком управління на основі даних оборотів колінчастого валу та навантаження на двигун з урахуванням температури охолоджувальної рідини, тиску і температури повітря, яке всмоктується, данні про детонацію та вміст кисню у відпрацьованих газах тощо. Інформація про миттєву витрату палива передається по CAN шині.

Сучасні автомобілі забезпечуються діагностичним роз'ємом OBD-II, на який подаються сигнали за 5-ю протоколами: ISO 9141-2, ISO 14230-4, SAE PWM J1850 (Pulse-Width Modulation), SAE VPW J1850 (Variable Pulse Width) та ISO 15765-4 або SAE-J2284 Controlled Area Network (CAN). На транспортних засобах можуть бути реалізовані всі або частина протоколів.

Від діагностичного роз'єму наведено на рис. 1. Цифрами зазначено номері виводів (пінів). У табл. 1 наведені протоколи для автомобіля Toyota/Lexus та номері виводів (пінів).

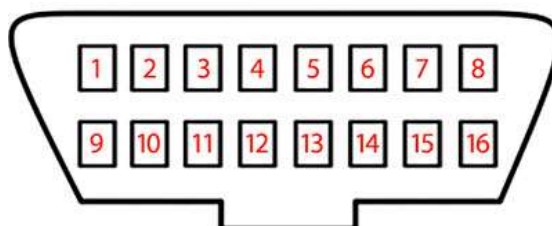


Рисунок 1 – Схема діагностичного роз'єму OBD-II

Таблиця 1 – Виводи контактів на роз'єм для Toyota/Lexus

Номер виводу	Тип сигналу	Опис
2	J1850 Bus+	
4	CGND	Заземлення шасі
5	SGND	Сигнальна земля
6	CAN High	J-2284
7	K-LINE	(ISO 9141-2 або ISO/DIS 14230-4)
10	J1850 Bus	
13	TC	Повільне кодування ABS
14	CAN Low	J-2284
15	ISO 9141-2 L-LINE	(ISO 9141-2 and ISO/DIS 14230-4)
16	+12V	Живлення акумулятора

Найбільш інформативним протоколом є J-2284. Згідно до таблиці виводи CAN-шини відповідають виводам 6 і 14. Крім того, можна використовувати вивід 5 (землю), 4 (для підключення к екрану проводу) і 16 (+12 В).

Підключення к CAN-шини відбувається наступним чином [3]: к виводам CAN High (вивід 6) та CAN Low (вивід 14) приєднується трансівер (приймач і передавач разом як один пристрій); к трансіверу по каналам TX (передача даних) і RX (отримання даних) підключається CAN контролер; контролер по протоколу SPI або I²C з'єднується з мікроконтролером.

Деякі мікроконтролери (наприклад, STM32F105RCT6 або STM32F334C8T6) мають апаратну реалізацію протоколу CAN, у цьому випадку використовувати CAN контролеру не потрібно.

Схема підключення мікроконтролера до CAN-шини зображено на рис. 2.

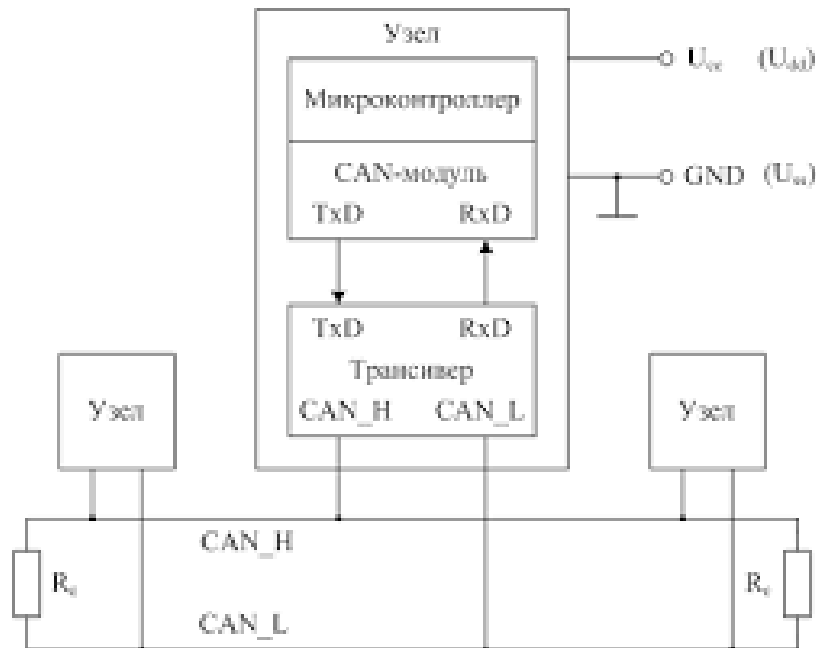


Рисунок 2 – Редактор формул (група елементів «Вставка»)

Для виконання бортового реєстратора витрати палива застосовувалися наступні елементи: трансмівер на базі PCA82C250; контролер CAN-шини – SJA1000; мікроконтролер ATmega328p. Також пробували поєднання контролер MCP2515 та трансмівер TJA1050. Замість трансміверів фірми NXP можлива застосовувати мікросхеми фірми MAXIM (наприклад, MAX3053) або фірми Texas Instruments (наприклад, SN65HVD1050).

Мікроконтролер прослуховує сигнали, які передаються на шині. Якщо код сигналу відповідає інформації щодо витрати палива, то контролер приймає значення цього параметра. В залежності від марки транспортного засобу можливо отримати данні з часової витрати палива або миттєвої дорожньої витрати палива. Для деяких машин можливо отримати значення рівня палива у баку або повну витрату палива.

Для автомобіля Skoda через діагностичний роз'єм з CAN-шини можливо отримати наступну інформацію: рівня палива у баку; повну витрату палива, поточний час, поточну витрату палива, середню витрату палива, пробіг автомобіля.

Отримані данні мікроконтролер передає на запис на мікро картку SD. Для цього к мікроконтролеру ATmega328p було підключено модуль Micro-SD-CARD-MODUL, якій має слот Micro-SD та перетворювач для організації передачі даних за протоколом SPI.

Пристрій встановлюється на транспортний засіб, що підключається до діагностичного роз'єму. Електричне живлення береться із мережі автомобіля. У процесі руху транспортного засобу прилад реєструє у флеш пам'ять значення дорожньої витрати палива та деякі інші параметри.

Після повернення автомобіля на підприємство флеш пам'ять знімається з приладу. Значення із SD-карти переписується на комп'ютер, програмне забезпечення якого обробляє результати та видає звіт про фактичне споживання палива за різними умовами експлуатації.

Розробка бортового реєстратора витрати палива дозволяє з більшої точності визначати фактичне значення витрати палива, виявляти момент надмірного споживання палива внаслідок порушення технічного стану автомобіля, а також виявляти розкрадання палива водіями.

Література:

1. Н. Я. Говорущенко, А. Н. Туренко. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта). Харьков, Украина: РИО ХГАДТУ, 474 с., 1998.
2. Наказ Міністерства транспорту України № 43 від 10.02.1998 р. «Про затвердження Норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті». [Онлайн]. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0043361-98>.
3. Обмен данными посредством шины CAN I. Основы. Программа самообучения. Volkswagen AG, 32 с.

INTERNET OF ROBOTIC THINGS (IoRT) - AN INTERDISCIPLINARY BRANCH OF ENGINEERING AND SCIENCE

Pluhina T., Serduk O.

Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv

Today a more complicated structure of the system of intellectualization is being developed. The main subsystems of this structure are: the subsystem of high-speed computer devices; the subsystem of information high-precision sensors; the subsystem of mathematical models of optimizing the parameters and working modes of machines. Each of these subsystems is characterized by a set of hardware and software with its requirements for operation and maintenance [1].

System design is based on understanding the interaction between physical parameters, physical process and state (fig.1).

Types of physical quantities	Measuring quantity	states
mechanical	Displacement (length, width, height, thickness, level), position, velocity, acceleration, time, volume, quantity, flow, pressure, work, power, moment, etc.	Density, specific gravity, permeability, accuracy, strength, elasticity etc.
acoustic	Pressure and speed of sound, frequency, phase, wavelength, resistance, energy, work of sound	Specific resistance, sound absorption, reflection, speed of sound in matter
thermal	Temperature, heat flow, thermal conductivity, the amount of heat, etc.	Thermal conductivity, specific heat capacity, thermal expansion, boiling, fusion, shrinkage
optical	Brightness, illumination, luminous flux, light wave frequency, energy, etc.	Absorption, reflection, polarization, etc.
electric	Current, voltage, field strength, current frequency, current spectrum, power	Electrical conductivity, dielectric constant, electrical strength, etc.
magnetic	Magnetic force, magnetic field strength, magnetic flux, magnetic resistance, magnetic inductance, mutual inductance, etc.	Magnetic susceptibility and permeability, magnetic induction and. etc.
radioactive	Radiation flow, radiation intensity, radiation energy, etc.	Penetration, radiation transformation, etc.

Figure 1 – The interaction between physical parameters, physical process and state

In the most classic form the structure of control system consists of several control loops. Each control loop is responsible for controlling external and internal factors. The controller generates a control signal depending on the value of the control error (fig. 2).

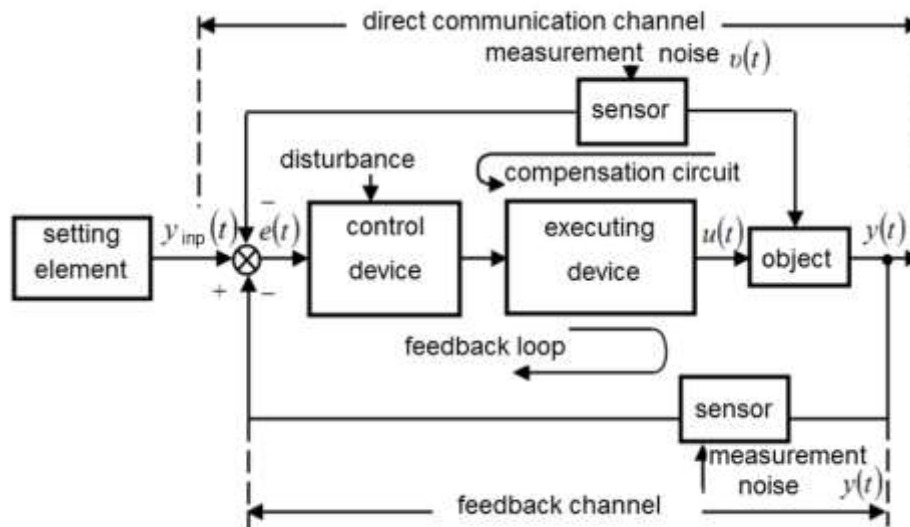


Figure 2 – The structure of combined control system

In the most classic form the structure of intelligent system consists of three levels [2]. The lower level of input/output includes sensors, actuators. The intermediate level consists of controllers. Their task is to process the obtained data, to give the control action, to transfer data to the upper level. At the top level there are the database servers and operator stations, whose task is to give the operator a man-machine interface and to carry out the exchange with the server and programmable logic controllers (PLC). The current tasks of managing complex objects are accompanied by analysis of many factors, processing large arrays of information obtained from diverse, distributed in space, information sources. The decisions on the workflow are taken in terms of the dynamic changes in the external environment.

The Internet of Things (IoT) and Industrial IoT (IIoT) have developed rapidly in the past few years, as both the Internet and “things” have evolved significantly (Fig.3) [3].

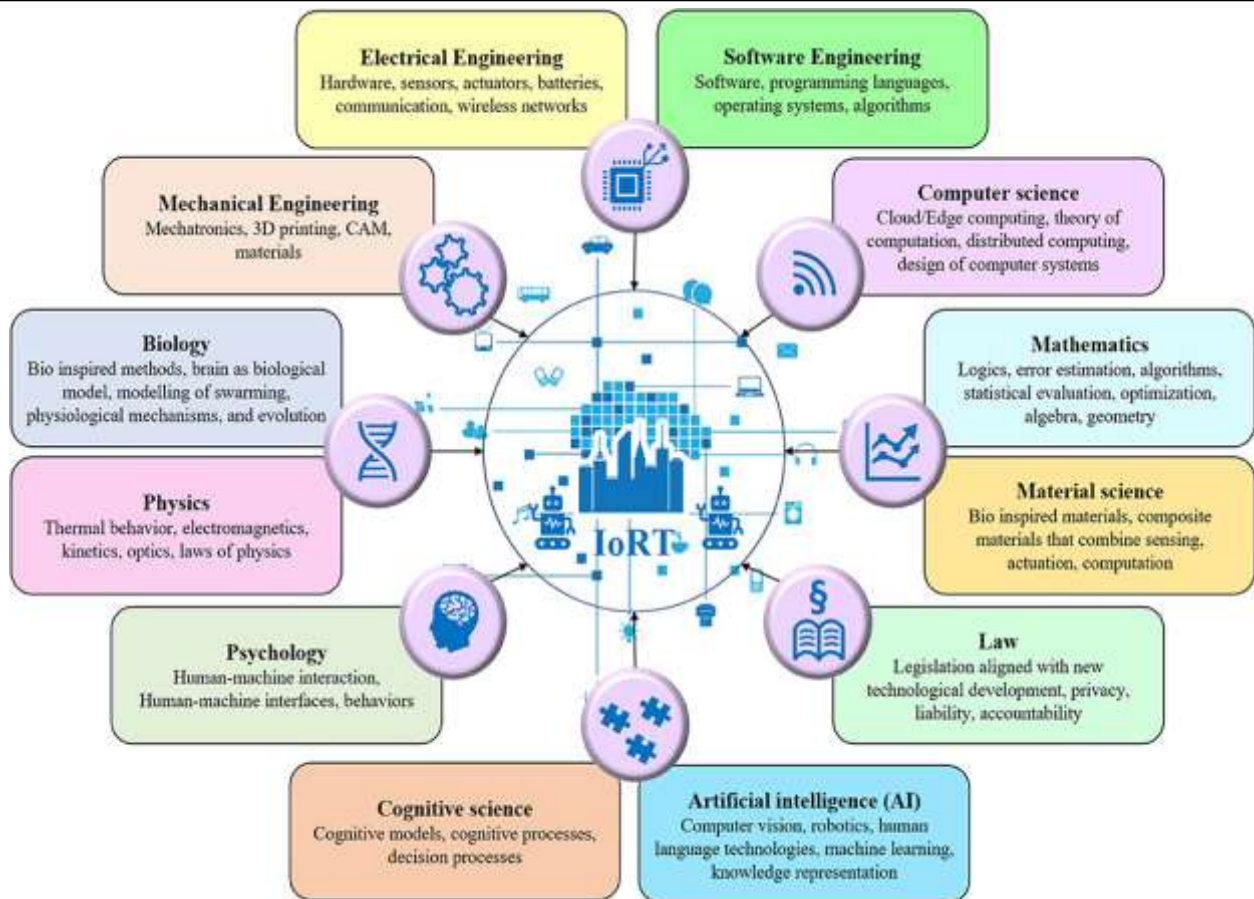


Figure 3 – IoRT An interdisciplinary branch of engineering and science

"Things" now range from simple Radio Frequency Identification (RFID) devices to smart wireless sensors, intelligent wireless sensors and actuators, robotic things, and autonomous vehicles operating in consumer, business, and industrial environments. The emergence of "intelligent things" (static or mobile) in collaborative autonomous fleets requires new architectures, connectivity paradigms, trustworthiness frameworks, and platforms for the integration of applications across different business and industrial domains. These new applications accelerate the development of autonomous system design paradigms and the proliferation of the Internet of Robotic Things (IoRT). In IoRT, collaborative robotic things can communicate with other things, learn autonomously, interact safely with the environment, humans and other things, and gain qualities like self-maintenance, self-awareness, self-healing, and fail-operational behavior [3]. IoRT applications can make use of the individual, collaborative, and collective intelligence of robotic things, as well as information from the infrastructure and operating context to plan, implement and accomplish tasks under different environmental conditions and uncertainties. The continuous, real-time

interaction with the environment makes perception, location, communication, cognition, computation, connectivity, propulsion, and integration of federated IoRT and digital platforms important components of new-generation IoRT applications. This paper reviews the taxonomy of the IoRT, emphasizing the IoRT intelligent connectivity, architectures, interoperability, and trustworthiness framework, and surveys the technologies that enable the application of the IoRT across different domains to perform missions more efficiently, productively, and completely. The aim is to provide a novel perspective on the IoRT that involves communication among robotic things and humans and highlights the convergence of several technologies and interactions between different taxonomies used in the literature.

Developments in heterogeneous IoRT processing and dynamic autonomous systems build on decentralized architectures, parallelism and concurrency require new concepts for integrating intelligent, cooperative, and collaborative robotic things with other IoT/IIoT applications (fig. 4).

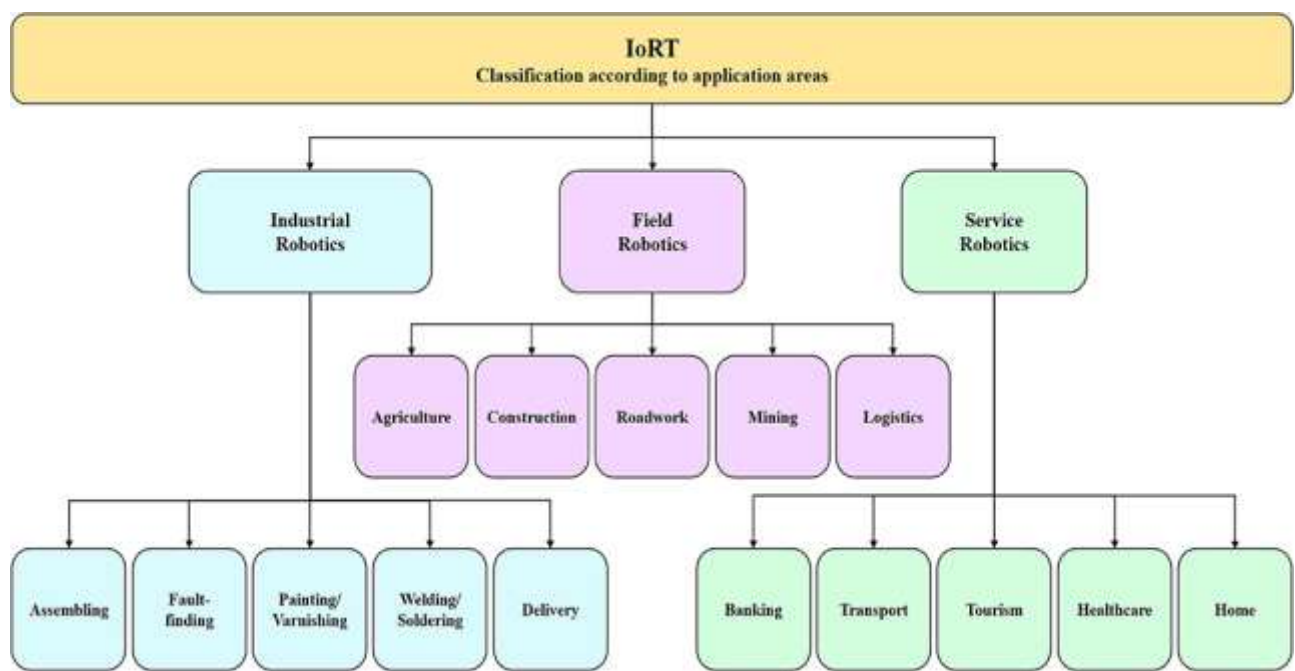


Figure 4 – IoRT classification according to application areas

A different IoRT taxonomy is based on the origin of robotics technology employed for the different applications, as presented in Figure 5.

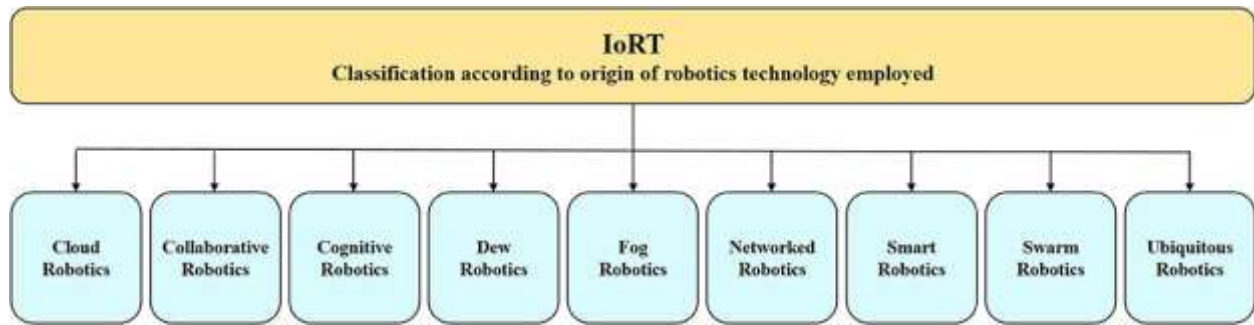


Figure 5 – IoRT classification according to origin of robotics technology employed

Cloud robotics is defined as a cloud-centric technology where the “robots are connected to cloud computing infrastructure” to get access “to distributed computing resources” with “the ability to share training and labeling data for robot learning”.

Collaborative robotics (co-bot) is defined as a technology where the robot is designed and programmed to physically interact with humans in a commonly used environment and workspace.

Cognitive robotics is considered a technology that allows enabling “a robot with intelligent behavior by providing it with a processing architecture that will allow it to learn and reason about how to behave in response to complex goals in a complex world”.

Dew robotics technology is linked to “dew computing” considering the tasks “extremely distributed” over many machines, “which are heterogeneous, ad-hoc programmable, and self-adaptive.

Fog robotics is addressing technology that is based on robot systems that use fog computing for processing data and services.

Networked robotics is addressing technology that includes “multiple robots operating together coordinating and cooperating by networked communication to accomplish a specified task”.

Smart robotics is referring to technology using “an embodied AI system that can learn from its environment and its experience and build on its capabilities based on that knowledge”.

Swarm robotics is using a technology based on “an approach to the coordination of multiple robots as a system which consists of large numbers of mostly simple physical robots”.

Ubiquitous robotics is addressing the technology for “integrating robotic technologies with technologies from the fields of ubiquitous and pervasive computing, sensor networks, and ambient intelligence”.

Robotic systems are seen as critical components for humanity's growth in the new digital era. The robotic systems were turned into industrial IoRT applications when technologies of IIoT, AI, robots, intelligent networking, and electric mobility emerged. Robotic things can now be connected to anything and everyone at robotic system is utilized to overcome the noise, congestion, and time-delay limitations of network robots.

Designing intelligent systems for operator support is iterative in nature and is based on the design of individual modules, subsystems and their integration into a single unit based on artificial intelligence and the use of modern tools of creation of intelligent applications.

References:

1. Плугіна Т.В., Панікаровська С.В. Modular structure of intelligent control system in construction and road machines / НТЖ Технологія приладобудування. - 2016, № 2, с. 15-22.
2. Internet of Robotic Things Intelligent Connectivity and Platforms. URL:
https://www.researchgate.net/publication/345486634_Internet_of_Robotic_Things_Intelligent_Connectivity_and_Platforms (дата звернення 14.11.2022).
3. Михайлов Є.П. Мобільні роботи: навч. посіб. Одеса : ОНПУ, 2016. 239 с.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ ІНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГУ

Пронін С.В., Рафальський О.Ю.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Зараз інтернетом користується понад 5,2 мільярда людей. І кількість активних користувачів неухильно зростає з кожним днем. Саме тому компанії прагнуть зміцнити свої позиції у Світовій мережі. Для цього розробляються стратегії онлайн просування, спираючись на цифрові канали розповсюдження рекламних повідомлень.

Інтернет-маркетинг (Internet marketing) розуміють як виконання послідовних дій у вирішенні маркетингових завдань, використовуючи можливості мережі Інтернет [1].

Основна мета – отримання максимального ефекту від потенційної аудиторії сайту за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій (інструменти інтернет-маркетингу) [2].

Розвиток інтернет-маркетингу змінив спосіб, яким бренди і компанії використовують технології для маркетингу. Оскільки цифрові платформи все частіше включаються в маркетингові плани, кампанії цифрового маркетингу стають все більш поширеними і ефективними.

Методи інтернет маркетингу, такі як пошукова оптимізація (SEO), контент-маркетинг, маркетинг впливу, автоматизація контенту, маркетинг на основі даних стають все більш поширеними.

У представленій роботі досліджується ефективні інструменти інтернет-маркетингу та засоби аналізу трафіка сайту для мережі станцій технічного обслуговування.

Сайт не має сенсу без його просування. Без оптимізації відвідуваність ресурсу буде дуже низькою або зовсім нульовий, якщо не задіяти інші методи залучення трафіку.

Пошукова оптимізація і просування сайтів постійно розвиваються. Алгоритми ранжирування удосконалюються, з'являються нові сервіси аналітики і відстеження результатів виконаної роботи.

SEO-просування сайту в пошукових системах включає три ключових напрямки: зовнішню, внутрішню оптимізацію і аналітику.

Кожен напрямок складається з різних дій, які потрібно виконувати в певній послідовності.

Аналіз ніші і аудит конкурентів. Необхідно вивчити сайти подібної тематики, які знаходяться на високих позиціях. Необхідно звернути увагу на структуру, юзабіліті, відвідуваність, вік, просування в соціальних мережах. На даному етапі впливає, які методи оптимізації ефективні серед ваших основних конкурентів. Необхідно проаналізувати нішу в цілому. Звідки варто чекати максимальний трафік, які додаткові канали задіяти. Для аналізу конкурентів використовується Serpstat, Seolib, Similarweb і подібні сервіси. Технічний аудит сайту. Якщо ресурс вже існує, потрібно перевірити його поточний стан і оцінити просування за минулий період. При відсутності історії оптимізації сайт підключається до інструментів веб-аналітики (Google Analytics, Google Search Console). На цьому етапі слід проаналізувати поточні позиції сайту, кількість використовуваних ключових фраз, джерела трафіку. Необхідно перевірити сайт на технічні помилки, визначити швидкість завантаження сторінок, дізнатися, з яких пошукових систем приходить приплив відвідувачів (трафік), чи є грубі порушення, які можуть гальмувати просування.

Складання семантичного ядра. Підбір максимальної кількості релевантних ключових фраз допомагає збільшити трафік. Не існує оптимальної кількості ключових запитів, для кожного проекту вони підбираються індивідуально. Зібрати семантичне ядро можна за допомогою Serpstat, Key Collector і подібних сервісів. Відпрацювання структури сайту.

Залежно від зібраного ядра необхідно створити або оновити існуючу структуру. У зв'язку з цим можуть бути додані нові розділи і сторінки каталогів.

Наповнення сторінок контентом. Він повинен бути унікальним і максимально корисним для відвідувачів. При цьому кожна сторінка повинна бути створена під конкретний ключовий запит або групу запитів.

Внутрішня перелінковка. При наявності текстового і графічного контенту необхідно додати посилання, що ведуть на внутрішні сторінки сайту, щоб збільшити час перебування користувача на сайті і глибину перегляду.

Зовнішня оптимізація. На цьому етапі необхідно скласти план поступового отримання посилань з інших сайтів, які попередньо перевіряються на авторитетність.

У 2022-му правило «чим більше зовнішніх посилань, тим краще» не діє. У плані зовнішньої оптимізації необхідно вказати назви джерел, текст і кількість посилань, необхідних для просування щомісяця [3].

Просування в соціальних мережах. Створення груп і профілів, відео-каналу підвищує наочність вашого сайту і побічно допомагає в пошуковому просуванні.

Паралельно з цими діями важливо відстежувати нові тенденції в просуванні, вивчати нові інструменти, дізнаватися новини в тематичній ніші, стежити за конкурентами, регулярно складати звіти і відстежувати тенденцію просування сайту. Допускається проведення експериментів, тестів, опитувань серед відвідувачів. Оптимізація сайту під пошукові системи складається з декількох етапів. Більшість проводиться всередині сайту, але також важливо залучення трафіку з зовнішніх джерел [4].

Література:

1. Катерина Зарембо. Українське покоління Z: цінності та орієнтири. [Електронний ресурс] / Доступно: http://neweurope.org.ua/wp-content/uploads/2017/11/Ukr_Generation_ukr_inet-2.pdf.
2. Що таке інтернет-маркетинг [Електронний ресурс] / Доступно: <https://elit-web.ua/blog/kak-rabotaet-pravilnyj-internet-marketing-3-shaga-k-uspehu>.
3. Third Edition. The art of SEO. Mastering Search Engine Optimization. O'REILLY, Beijong-Boston-Farnham-Tokio, 2017. 816 с.

4. Gault, K. Case Study: How Hoover's Is Using White Papers to Nurture Leads, WhitePaperSource Newsletter [Електронний ресурс] / Доступно: <https://www.socialmediaexaminer.com/>.

ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ: ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ДОМА ТА НА ПІДПРИЄМСТВІ

Щербаков О. В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Добре відомо, що ми зараз переживаємо Четверту промислову революцію (Industry 4.0), яка передбачає перехід на повністю автоматизоване цифрове виробництво, що керується інтелектуальними системами в режимі реального часу в постійній взаємодії із зовнішнім середовищем, що виходить за межі одного підприємства, з перспективою об'єднання в глобальну промислову мережу речей і послуг [1, 2]. Дивно, але багато рис Industry 4.0 були цілком правдоподібно передбачені Ніколою Тесла ще у 1926 році.

Які ж основні риси Industry 4.0? Попередні промислові революції звільнили людство від важкої праці, уможливили масове виробництво та надали доступ до цифрових технологій мільярдам людей. Але четверта промислова революція принципово відрізняється: вона характеризується злиттям нових технологій, об'єднанням фізичного, цифрового та біологічного світу для впливу на всі сфери людського життя. Основні компоненти Industry 4.0 надані на рис. 1 і цей перелік неповний. Багато з цих елементів уже давно й успішно застосовують на практиці, але саме об'єднання їх в одну цілісну систему дасть змогу розвинути концепцію Industry 4.0 і забезпечити новий рівень ефективності виробництва та додатковий дохід завдяки використанню цифрових технологій, формуванню мережевої взаємодії постачальників і партнерів, а також реалізації інноваційних бізнес-моделей.

Отже, основою для четвертої промислової революції став Інтернет, а, як ми бачимо, Інтернет речей є однією з найважливіших складових компонент Industry 4.0 (рис. 1).

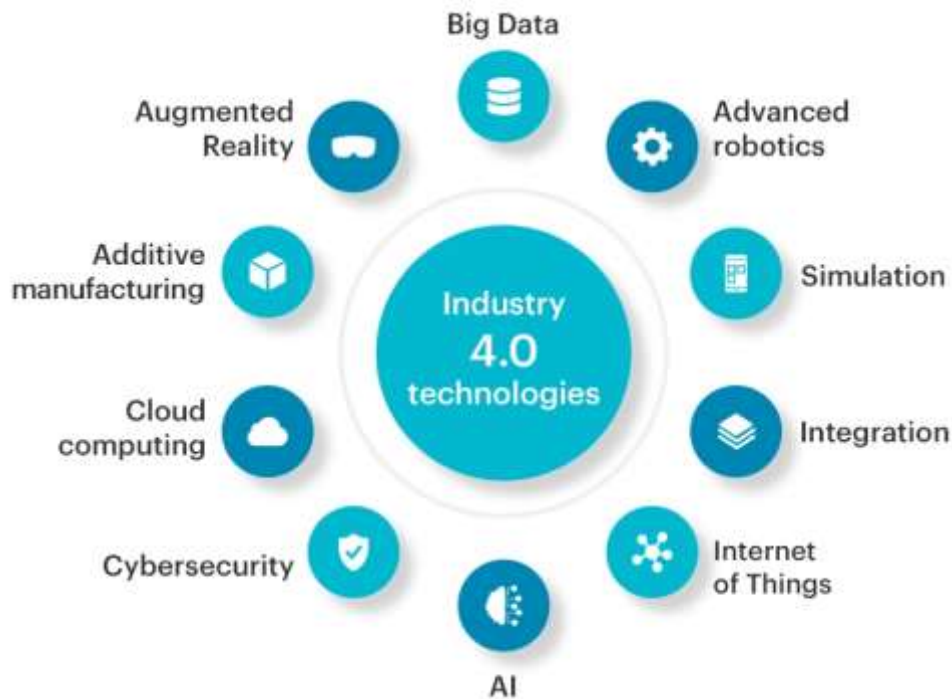


Рис. 1. Складові компоненти Industry 4.0 [3]

Інтернет речей (IoT) – це система взаємопов'язаних обчислювальних пристроїв, механічних і цифрових машин, об'єктів, тварин або людей, які мають унікальні ідентифікатори і здатність передавати дані мережею без взаємодії людини з людиною або людини з комп'ютером. Фактично, IoT – це мережа передачі даних між фізичними об'єктами («речами») [4]. Передбачається, що організація таких мереж здатна перебудувати економічні та суспільні процеси, виключити з частини дій і операцій необхідність участі людини.

IoT охоплює одразу кілька явищ: 1) самі пристрої, які вийшли в мережу і взаємодіють між собою; 2) спосіб підключення M2M, тобто машини-до-машини, без участі людини; 3) великі дані, які генерують пристрої. Дані, які збираються, аналізуються і надалі використовуються для підвищення комфорту або прийняття бізнес-рішень. Технології, що лежать в основі IoT, відображає рис. 2.



Рис. 2. Технології, на яких заснована концепція IoT

IoT використовується у будь-якій галузі, де щось можна автоматизувати. Особливо активно IoT розвивається в аграрному секторі, логістиці, розумних містах. Тобто там, де є потреба у віддаленому моніторингу стану об'єктів або зборі великих даних з метою подальшого аналізу. IoT дає можливість економити на обслуговуванні обладнання: датчики збирають інформацію про його стан, тому техобслуговування і ремонт проводяться саме тоді, коли це потрібно, адже профілактика завжди дешевша за ремонт. Нижче наведено лише основні приклади застосування IoT [4, 5].

Розумний будинок. Уже сьогодні додатки IoT допомагають нам зробити побут комфортнішим і безпечнішим. Є велика кількість продуктів, що вбудовуються в систему «Розумний будинок»: інтелектуальні термостати і кондиціонери, колонки, розумні розетки, датчики диму і руху, датчики відчинених дверей, годівниці для тварин із таймером, лампочки, що вмикаються з настанням сутінків, «розумні» лічильники, які самі фіксують, скільки енергії було витрачено цього місяця, системи управління теплом у домі, що віддалено показують температуру в приміщенні та можуть вмикатися через смартфон і т. д. Такі технології вже є в Україні, хоча ще й не стали масовими.

Медицина. Медичні прилади, під'єднані до Інтернету, дозволяють збирати та надсилати лікарю дані про стан здоров'я та погані аналізи пацієнта в автоматичному режимі. У багатьох випадках це може врятувати пацієнту життя.

Фітнес і пов'язані з ним гаджети. Група технологічних рішень, пов'язаних із пристроями, що працюють спільно через смартфон, дає змогу вести безперервний моніторинг основних показників здоров'я у фітнесі: пульсометр, крокомір, лічильник витрати калорій, фітнес-браслети та GPS-трекери тощо.

Розумні міста. Планування маршрутів транспорту на підставі даних про переміщення людей містом, міський транспорт із датчиками переміщення, інтелектуальне паркування, складання мапи шуму, інтелектуальне керування освітленням, сміттєві баки з датчиками наповнення, відеоспостереження, контроль за рівнем води у водоймах роблять міста зручнішими і безпечнішими. Великі дані, які

збираються в результаті роботи датчиків, дають можливість владі міста краще розуміти потреби жителів. Тут світовими лідерами є Сінгапур, Лондон, Барселона, Нью-Йорк, Копенгаген. Україна також не стоїть осторонь світових трендів. Великі міста, наприклад, Київ і Львів, поступово стають «розумними», хоча про комплексний підхід і масштабне розгортання технологій розумного міста казати поки зарано.

Промисловий Інтернет речей. Промисловий IoT – багаторівнева система, що охоплює датчики і контролери, встановлені на вузлах і агрегатах промислового об'єкта, засоби передавання даних, що збираються, та їхньої візуалізації, потужні аналітичні інструменти опрацювання одержаної інформації для контролю якості продукції, прогнозу необхідності технічного обслуговування і ремонту обладнання, управління поставками тощо. Промисловий Інтернет речей застосовується не тільки на виробництві, заводах і у важкій промисловості, він також використовується в таких галузях і сферах, як енергетика, сільське господарство, логістика, фінанси, державні послуги, а також у міжгалузевих рішеннях. Зокрема, у енергетиці, додатки IoT аналізують процеси циркуляції електроенергії між постачальниками та споживачами, автоматично оптимізують використання ресурсів, покращують параметри їх постачання. В аграрному секторі системи інтернету речей виконують моніторинг стану ґрунтів: чи достатньо вологи, чи не потребують рослини харчування. У разі потреби автоматично вмикається система зрошення. Це дає змогу підвищити врожайність і заощадити воду. Також існують датчики контролю шкідливих організмів, інформація від яких дає змогу прогнозувати їхню поведінку, що дозволяє фермерам вживати заходів для зменшення шкоди, яку вони завдають. IoT корисний в тваринництві, підтримуючи здоров'я худоби за допомогою інструментів моніторингу, таких як вушні чіпи для великої рогатої худоби, здатних виявляти респіраторні захворювання.

На даному етапі розвитку технологій і суспільства Інтернет речей активно впроваджується не в глобальних масштабах, а всередині компаній, що займаються виробництвом товарів, енергії, транспортними перевезеннями тощо, тобто там, де за рахунок нових технологій очікується швидке підвищення продуктивності та конкурентоспроможності. Однак, технології IoT швидко розповсюджуються.

Література:

1. Что такое Интернет вещей? URL: <http://igate.com.ua/news/15786-что-такое-internet-veshhej-infografika> (дата звернення 01.11.2022р.)
2. Industry 4.0 Design Principles URL: <https://www.rmit.edu.au/news/c4de/industry-4-0-design-principles> (дата звернення 01.11.2022р.)
3. Industry 4.0 technologies. URL: <https://www.businessprocessincubator.com/content/industry-4-0-technologies> (дата звернення 05.11.2022р.)
4. Интернет вещей // Channel for IT. URL: <http://channel4it.com/publications/Internet-veshchey-25146.html> (дата звернення 06.11.2022р.)
5. 10 найпопулярніших сфер використання інтернету речей. URL: (дата звернення 06.11.2022р.) <https://www.imena.ua/blog/top-10-scope-iot/>

СЕКЦІЯ 4

ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА ВИРОБНИЦТВІ ТА В ОСВІТІ

ІНФОРМАЦІЙНО-ПОШУКОВА СИСТЕМА ВИБОРУ МІКРОАВТОБУСА

Агошков В.С.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

У сфері управління виробничими процесами автотранспортних підприємств (АТП) нашої країни мають місце значні проблеми, а саме суттєві втрати через відсутність своєчасної та достовірної інформації про стан об'єктів та процесів АТП, недостатня кількість впроваджених інформаційно-технологічних систем керування виробництвом АТП [1].

Разом з тим, з аналізу існуючих програмних продуктів для автоматизації бізнес-процесів на АТП, і зокрема, їх підсистем оформлення замовлень, випливає висновок, що неможливо підібрати готову інформаційну систему з прийнятними ціновими параметрами, можливостями адаптації та достатнім функціоналом для автоматизації оформлення замовлень на автобусні перевезення в АТП, особливо для на перевезень мікроавтобусами.

У зв'язку з цим є актуальним завдання створення інформаційно-пошукової системи для оформлення замовлень для АТП, що займається перевезеннями мікроавтобусами, на основі універсальних систем керування базами даних.

Інформаційно-пошукова системи має вирішувати такі завдання:

- збирання та зберігання інформації про наявні у підприємства транспортні засоби з урахуванням їх характеристик;
- збирання та зберігання інформації про водіїв автобусів, що є у підприємства, з урахуванням їх стажу;
- збирання та зберігання інформації про замовлення на пасажирські перевезення, що надходять на підприємство;
- надання інформації керівництву підприємства про замовлення на поточний період;
- надання керівництву інформації про популярність маршрутів, що використовуються;

- надання керівництву інформації про ефективність роботи працівників із залучення клієнтів;
- аналіз завантаженості транспортних засобів автотранспортного підприємства;
- формування звітних документів керівництву.

Таким чином, інформаційна система, що розробляється, є системою управління базою даних, яка має містити дані про клієнтів, дані про автобуси, дані про водіїв, дані про замовлення, дані про співробітників відділу замовлень, дані про типові маршрути.

Інформація про клієнтів АТП має містити такі параметри як Код клієнта, Назва організації, прізвище, Посада, Ім'я, По-батькові, Адреса, Місто, Область, Індекс, Країна, Телефон, Факс, ідентифікаційний код.

Інформація про автобуси має містити такі параметри як Код автобуса, державний номер, Марка, Опис, Зображення, Машин у наявності, Тариф, Число місць, Пробіг.

Інформація про водіїв має містити такі параметри як Код водія, прізвище, Ім'я, Телефон, Стаж.

Інформація про замовлення має містити такі параметри як Код замовлення, Код клієнта, Код співробітника, Дата розміщення, Дата подання, Час подачі, Дата вибуття, Час вибуття, Код маршруту, Форма оплати, Адреса подання, Місто подачі, Кількість пасажирів, Вартість, Кількість машин.

Інформація про співробітників відділу замовлень має містити такі параметри як Код співробітника, Прізвище, Ім'я, Посада, Телефон.

Інформація про маршрути має містити такі параметри як Код маршруту, Назва, Протяжність, Час в дорозі.

Схему інформаційно-пошукової системи, що побудована з урахуванням вищенаведених даних, показано рисунку¹.

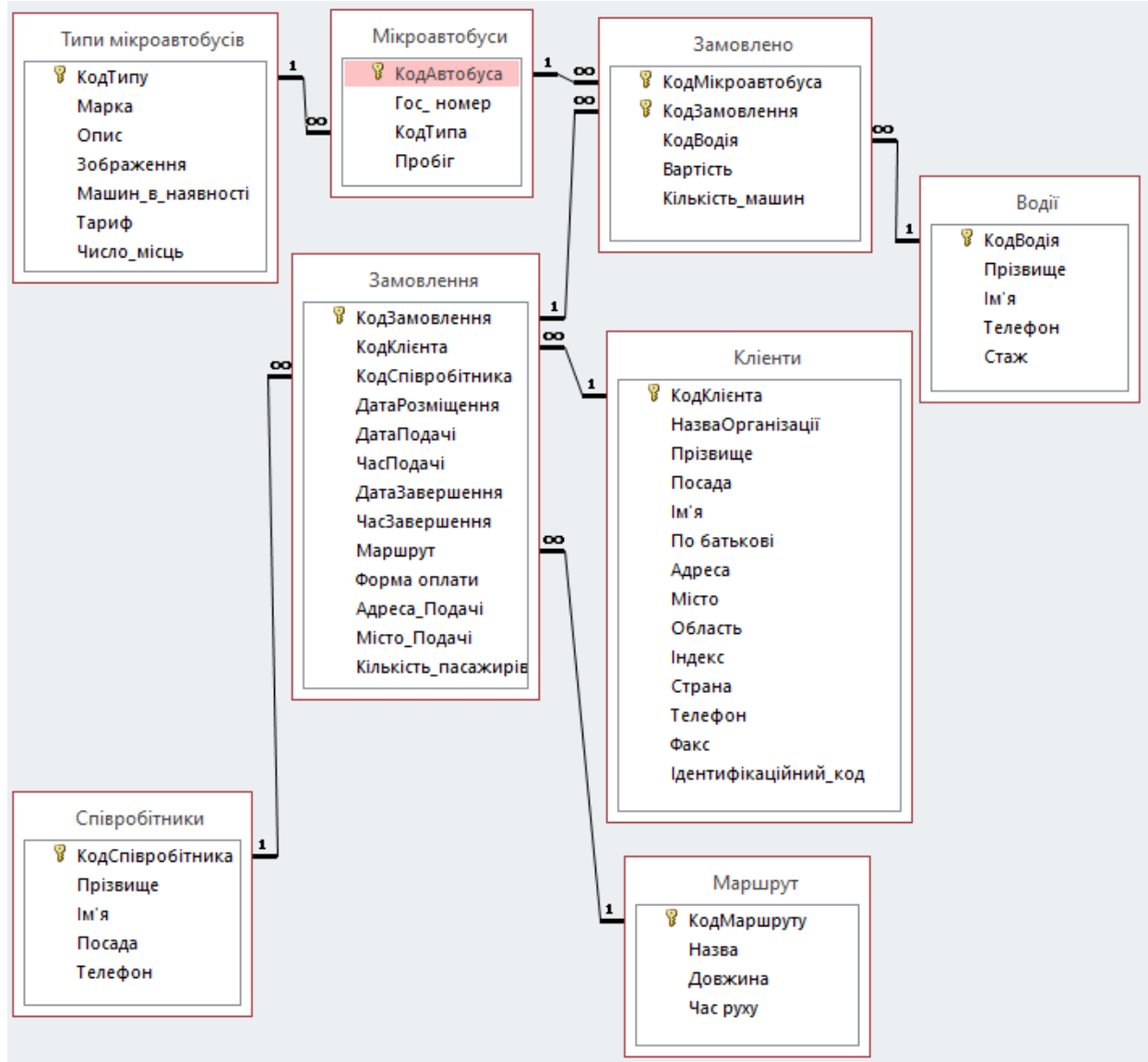


Рисунок 1 – Схема бази даних

Запропонована схема може бути програмно реалізована за допомогою однієї з систем управління базами даних, наприклад MS Access/

Література:

1. Підгорний М.В., Лук'янченко О.Ю. Дослідження інформатизації логістичних процесів як комплексу завдань програмування життєвого циклу автотранспортного підприємства / М.В. Підгорний, О.Ю. Лук'янченко // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. - Київ, 2021. - Том 32 (71) Ч. 2 № 2 С.200-205. DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.2-2/31>

АГЕНТНО-ОРІЄНТОВАНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ В ТРАНСПОРТНІЙ СИСТЕМІ ВЕЛИКОГО МІСТА

Алексієв О.П., Алексієв В.О., Неронов С.М., Деймек В.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Процес обробки інформації яка надходить до ситуаційного центру пов'язаний не тільки з об'єктами обробки, але і з процесами. В сучасних умовах підвищення складності інформації та процесу обробки все частіше виникає ситуація, при якій не тільки людина, але навіть алгоритмічний метод обробки стають неефективними. ці ситуації вимагають застосування гнучких методів[1]. Одним з таких методів є метод агентів і мультиагентних систем [2]. Агент може бути розглянутий як комп'ютерна система, яка знаходиться в деякому динамічному середовищі, і яка здатна на автономні дії в цьому середовищі.

Проблема складності пов'язана як зі структурної складністю так і з об'ємною складністю. Вона зустрічається як при задачах обробки так і в завданнях управління. мультиагентні системи можуть застосовуватися як для обробки так для управління. Один з підходів до управління пов'язаний з побудовою мережних систем (Networking Organizations), підрозділи яких можуть розглядатися як автономні підприємства [3]. Мережева організація є відкритою і що входять до її складу підприємства можуть взаємодіяти з іншими організаціями. Головними процесами в відкритих організаціях є: навчання, розвиток та адаптація, - які потребують узгодженого, гнучкого і оперативного прийняття рішення. Новий підхід до завдань оперативної обробки інформації в мережних і складних системах зв'язують із застосуванням мультиагентних технологій [4]. Вони розвиваються на базі методів штучного інтелекту, об'єктно орієнтованого програмування, паралельного обчислення і телекомунікацій. В основі цих технологій лежить поняття «агента», програмного об'єкта, здатного сприймати ситуацію, приймати рішення і спілкуватися з собі подібними. ці можливості відрізняють адаптивні і перебудовують мультиагентні

системи від «жорстко» організованих систем. Мультиагентні системи здатні до саморозвитку і самоорганізації. агенти можуть діяти від імені та за дорученням осіб, які приймають рішення, та на основі даних їм повноважень в автоматичному режимі вести переговори, знаходити варіанти рішень і узгоджувати свої рішення один з одним. Тут слід відзначити тенденцію субсидіарного управління [5], яка реалізується в агентних системах. Цікавим є дослідження агентів як нової форми рішення управлінських і наукових завдань.

У сучасних дослідженнях застосовують різні агенти, які утворюють мультиагентні або багатоагентні системи (МАС) [6]. Така система будується як система агентів, які можуть здійснювати інформаційну або інтелектуальну взаємодію один з одним за допомогою інформаційної мови ACL (Agent Communication Language). Організаційна структура МАС визначається рольовими функціями агентів і нормами їх взаємодії. Архітектура МАС задає взаємодію агентів в системі. За організаційною структурою МАС виділяють наступні типи агентів:

- агенти-виконавці та агенти-менеджери - перші підкоряються другим;
- агенти-координатори, відповідальні за організацію взаємодії агентів;
- інтерфейсні агенти, службовці для зв'язку із зовнішнім середовищем;
- каналні агенти, що забезпечують обмін інформацією в системі.

Класифікація агентів. За типом зв'язків виділяють наступні типи агентів:

- синтагматичні - зв'язку між рівноправними агентами (дволанковий зв'язок);
- парадигматичні - зв'язку підпорядкування вищестоящому ланці (дволанковий);
- ієрархічні - зв'язку підпорядкування вищестоящому агенту-координатору (багатоланковий зв'язку);
- субсидіарні - узгоджене дію периферійних агентів, що мають повноваження від центру управління (багатоланковий).

За методами дії поділяють інтелектуальні та інформаційні агенти [2, 4, 6]. Інтелектуальні агенти являють собою інтелектуальну конструкцію чи програмне забезпечення, яке здійснює призначений набір операцій від імені користувача або

іншої програми з певним ступенем незалежності і автономії, і, таким чином, використовує певні знання та уявлення для досягнення мети. Інтелектуальні агенти містять набори правил, які дозволяють здійснювати самоорганізацію.

Інтелектуальний агент здатний на гнучкі автономні дії для досягнення своїх цілей. Його характеризують три властивості: реактивність, проактивність та соціальна активність. В інформаційних агентах виділяють програмні агенти. Під інформаційним агентом розуміється інформаційна конструкція [7], яка може сприймати зовнішній світ і впливати на нього за допомогою заданого алгоритму дій. Інформаційні агенти містять набір алгоритмів.

Програмні агенти - інформаційні конструкції, що існують тільки в програмному середовищі. Вони виконуються асинхронно відповідно до запропонованої метою, мають у своєму розпорядженні індивідуальну модель зовнішнього світу, яку будують на основі інформації, що надходить, і здатні адаптуватися до змін в оточенні завдяки навчанню. Агенти, на відміну від елементів класичної теорії систем, є гетерогенними елементами системи. За ступенем внутрішнього уявлення картини світу і способу реалізації поведінки виділяють два типи агентів - реактивні і інтелектуальні.

Реактивні агенти мають примітивну внутрішню модель зовнішнього світу. Для них характерне використання концепції стану

і найпростіших правил поведінки типу «стимул - реакція ». Реактивні агенти широко застосовують застосовуються в автоматних моделях. Вони можуть використовувати правила, алгоритми, темпоральні логіки. Їх перевагою є прозорість і верифікованість. Інтелектуальні агенти (ІА) відрізняються тим, що мають вбудовану базу знань (правил) і розвиненого механізму планування дій. Серед них виділяють деліберативні агенти (ДА) [8], які мають самостійної моделлю зовнішнього світу і здатні приймати рішення на цій основі. Існуючий рівень розвитку теорії і технології проектування деліберативних агентів далекий від практичної сфери застосування. Альтернативний шлях інтелектуалізації агентів може базуватися на основі ситуаційної методології та принципах обчислювального інтелекту. Агенти мають "ментальні" характеристики, які виражають через такі категорії [9]:

- відчуття (perceptions) - сприйняття обстановки;
- переконання (beliefs) - правдоподібна частина
- знань агента про зовнішнє середовище;
- мети (goals) - бажаний результат впливів на об'єкт;
- наміри (intentions) - план дій.

Агенти постійно виконують такі функції: сприйняття динамічних умов в навколишньому середовищу; міркування; інтерпретація сприйняття; виявлення і вирішення проблем, висновки і визначення дій. це зближує їх з автоматними моделями і дозволяє використовувати теорію автоматних моделей для побудови поведінки агентів. Функціонування ІА включає виконання наступній послідовності дій: сприйняття, мо-

делірованіє зовнішнього середовища. Моделювання інформаційної ситуації, аналіз ситуацій, планування дій, виконання плану. Рішення задач з застосуванням агентів. Рішення задач другого роду. рішення будь-якої простий завдання може бути представлено у вигляді продукції:

$$KP \rightarrow KT \quad (1)$$

де КР - модель реального стану об'єкта; КТ - модель необхідного стану об'єкта.

Рішення завдання може бути розчленоване на окремі дії вирішальної системи і в цілому представлено як послідовність цих дій:

$$KP \rightarrow d1 (KP) \rightarrow K1 \rightarrow d2 (K1) \rightarrow K2 \rightarrow KT \quad (2)$$

Послідовність дій вирішальної системи $\langle d1, d2, \dots, dn \rangle$ є шлях вирішення завдання. Під шляхом вирішення часто розуміють алгоритм рішення задачі. За цим критерієм всі завдання можна розділити на два типи. Якщо шлях розв'язання вихідної задачі відомий апріорі, то має місце вирішальна система першого роду (1). Якщо ж шлях розв'язання вихідної задачі невідомий, то вирішальна система називається вирішальною системою другого оду.

Як складна система колектив агентів має властивості синергетичного ефекту. Застосування мультиагентних інтелектуальних систем дозволяє вирішувати завдання з динамічною невизначеністю, інформаційною невизначеністю і інформаційної складністю (стосовно до людського інтелекту). Цим розширюються межі застосування інтелектуальних систем і методи дослідження навколишнього світу

Література:

1. Безгубова Ю.О. Моделі програмних агентів у завданнях інформаційного пошуку // Слов'янський форум. 2015 рр. № 2 (8). С. 41-49.
2. Тарасов В.Б. Агенти, багатоагентні системи, віртуальні спільноти: стратегічне напрямки в інформатиці та штучному інтелекті // Новости искусственного интеллекта. 1998. № 2. С. 5-63.
3. Цветков В.Я. Застосування принципу субсидіарності в інформаційній економіці // Фінансовий бізнес. 2012. №6. С. 40-43.
4. Маркелов В.М. Використання мультиагентних систем для управління логістичними системами // Славянський форум. 2014 рр. № 2 (6). С. 82-87.
5. Цветков В.Я. Інформаційні споруди // Європейський журнал технології та дизайну. 2014 р. Т. (5). № 3. с. 147-152.
6. Парасюк І.Н., Ершов С.В. Моделе-орієнтована архітектура нечітких мультиагентних систем // Комп'ютерна математика 2010. № 2. С. 62-74.
- [7] Ситуаційні центри (СЦ) та їх історія [Електронний ресурс] Тріумф-Аналітика.— URL : http://ta.interrussoft.com/s_centre.html.
- [8] Ситуационные центры: модели, технологии, опыт практической реализации: материалы научно–практической конференции [Электронный ресурс] Журнал “Железнодорожный транспорт”. — URL: <http://www.zdt-magazine.ru/publik/sviaz/2006/julay-06-07.htm>

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ТРАНСПОРТНА СИСТЕМА МІСТА. АДАПТИВНЕ КЕРУВАННЯ РУХОМ.

Алексієв О.П., Алексієв В.О., Неронов С.М., Дьяков А.Е.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Харків просунувся шляху впровадження в Україні інтелектуальної системи міського транспорту. До чемпіонату Європи 2012 року КП «Харківпасстрас» розробило кілька програм для комп'ютеризації управління дорожнім рухом: єдиний шлях, GPS-навігаційна система, єдина міська транспортна система. [1]. У 2011 році Харків взяв курс на комплексну GPS-навігаційну систему на всіх транспортних засобах громадського призначення. З середини року на всіх мобільних телефонах Miskelektrotrans працює GPS-навігатор. Крім того, транспортна інфраструктура поступово наближається до створення в місті простої транспортної системи, яка дозволяє якісно та ефективно регулювати пасажиропотік та реагувати на будь-яку ситуацію на дорогах. [2]. На сьогодні Україна вже розробила Національну стратегію розвитку транспортної системи в Україні до 2030 року. Ця стратегія була написана за підтримки Представництва Європейського Союзу в Україні, Світового банку та за участі представників регіонів, міст та громадськості [3]. Цей документ охоплює такі завдання: - стимулювання впровадження інноваційних технологій (смартінфраструктури та смарт-мобільності) та інтелектуальних транспортних систем; - поширення використання “хмарних” технологій зберігання даних, віртуалізації, центрів обробки даних тощо; - підвищення пропускної спроможності дорожньої мережі шляхом впровадження інтелектуальних транспортних систем; - впровадження систем автоматизованого контролю збереження вантажів під час транспортування всіма видами транспорту; Національна стратегія розвитку транспортної системи в Україні до 2030 року також включає в себе забезпечення інноваційного розвитку транспортної галузі, а саме: - використання високотехнологічного рухомого складу на залізницях, автомобільних дорогах та водних шляхах (забезпечення розвитку нових

видів транспорту - електромобілі, швидкісні поїзди тощо); - створення модернізованої високотехнологічної транспортної інфраструктури, включаючи розбудову мережі логістичних систем інноваційного типу для обслуговування пасажирів та обробки вантажів, формування інтелектуальних транспортних систем; - створення надійно функціонуючої клієнтоорієнтованої національної мультимодальної транспортної мережі, яка забезпечує зручність інтерфейсу взаємодії користувача з транспортною системою та інформаційну прозорість; - організація ефективного інформаційного супроводу бізнес-процесу “торгівля - транспорт”, зокрема впровадження єдиної системи управління інформаційними потоками під час транспортування вантажів та “дружнього” інтерфейсу взаємодії між замовником перевезень та їх безпосереднім виконавцем; - реалізація стратегії (виконання програми) розвитку цифрових транспортних коридорів та електронної логістики шляхом впровадження безпаперової торгівлі, взаємного визнання електронних товаросупровідних документів та надання трансграничних транспортних послуг [4]; - впровадження інноваційних рішень та кращих світових практик проведення митних та інших контрольних процедур під час здійснення перевезень; - впровадження інтелектуальних транспортних систем та систем управління рухом на наземному та водному транспорті (ERTMS, ITS, SST та LRIT, RIS; СМАРТ-тахографи); - використання європейської навігаційної супутникової системи (Galileo) та технології навігації GNSS [5] Також одним із останніх здобутків у сфері розвитку в Україні ІТС є те, що Міністерство інфраструктури України ініціює проєкт з оцифрування мережі місцевих автошляхів для забезпечення збору геокоординат доріг, а також 60 створення окремої бази даних і сервісу для паспортизації місцевої мережі, які будуть доступні всім обласним державним адміністраціям. Про це повідомив Міністр інфраструктури України Владислав Криклій в жовтні 2020 року під час круглого столу “Місцеві дороги – 2020: підбиття попередніх підсумків ремонтно-будівельного сезону” [6]

Розумний міський транспорт - це використання електронних, бездротових та Інтернет-технологій, що забезпечують доступ до розумніших, безпечніших та швидших подорожей між двома пунктами у великому місті. Він надає міській владі багату інформацію та контроль за транспортними потоками.

Міста, які бажають стати розумним містом, найчастіше починають із розбудови інтелектуальної транспортної інфраструктури у формі Інтелектуальної транспортної мережі (ITN). ITN включає:

- систему управління громадським транспортом;
- інформаційна систему маршруту та електронний розклад руху;
- систему безпеки та керування транспортним засобом;
- єдиний тариф[7].

Література:

1. Никифорок О.І. Модернізація наземних транспортних систем України /О.І. Никифорок ; НАН України, ДУ "Ін-т екон. та прогнозув. НАН України". – К., 2014. – 414 с
2. Інтелектуальні транспортні системи в Україні / А. Р. Гайков, О. П. Євсєєва, О. В. Баранов, В. Ю. Баранов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Автомобілетракторобудування. – Х. : НТУ «ХПІ», 2014. – No 9 (1052). – С. 106-112. –Бібліогр.: 3 назв. – ISSN 2078-6840.
3. Про схвалення Транспортної стратегії України на період до 2030 року: розпорядження Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р /Верховна рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-p#Text> (дата звернення 10.10.2020)
4. Доля В.К. Методы организации перевозок пассажиров в городах. –Харьков: Основа, 1992. – 144 с
5. Інтелектуальні транспортні системи в Україні / А. Р. Гайков, О. П. Євсєєва, О. В. Баранов, В. Ю. Баранов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Автомобілетракторобудування. – Х. : НТУ «ХПІ», 2014. – No 9 (1052). – С. 106-112. –Бібліогр.: 3 назв. – ISSN 2078-6840.
6. Мінінфраструктури розпочинає проєкт з оцифрування місцевихавтошляхів: проєкт/ Міністерство інфраструктури України. URL:<https://mtu.gov.ua/news/32252.html>
7. Smart city mobility. URL: <https://mobility.here.com/learn/smart-citymobility/smart-city-mobility-7-major-cities-getting-it-right>

ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ ІНФОРМУВАННЯ ПРО МІСЬКИЙ СУСПІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ.

Алексієв О.П., Алексієв В.О., Неронов С.М., Старова І.О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Безпомилковим є розуміння того, наскільки глибоко залежними та вразливими до інфраструктури стало населення. Дороги, мости, школи, лікарні, порти, система громадського транспорту тощо – фізична інфраструктура, яка завжди була та буде важливою. “Збої” в її роботі можуть швидко порушити стабільне функціонування міста, знизити якість життя та продуктивність громад, а модернізація навпаки – сприяє економічному зростанню та підвищує добробут населення. Сьогодні розвиток базової інфраструктури неможливий без впровадження цифрових технологій: пошук “розумних” способів прискорення економічного зростання, розширення соціальної включеності та підвищення якості довкілля надає їм пріоритетного значення [1].

Завдяки впровадженню цифрових технологій можна отримати інформацію про ефективність роботи інфраструктури. Їх використання для моніторингу або складання карти стану інфраструктури дозволяє визначити ступінь старіння та залишковий проектний експлуатаційний термін. Позитивний ефект від використання цифрових технологій є поступовим, тому прогнозувати вплив “втручань” таких технологій для будь-якої системи не надто легко [2]. Оцінити ймовірний масштаб їх наслідків у майбутньому складніше, оскільки впровадження цифрових технологій залежить не лише від технологічного потенціалу, але й від політики, нормативно-правового та інституційного забезпечення, поведінки та сприйняття їх споживачами [населенням].

З-поміж цифрових технологій, які застосовуються під час розбудови smart-інфраструктури та мають всюдисущий характер – хмарні обчислення та IoT.

До інших технологій, пов’язаних зі smart-інфраструктурою, належать інформаційне моделювання, геоінформаційні системи, ШІ та додаткові технології, як-

то оптоволоконні системи, бездротові сенсорні мережі або мікроелектромеханічні системи, що полегшують у режимі реального часу збір та обробку даних.

Загалом smart-інфраструктура охоплює:

- мережу датчиків, вбудованих в об'єкти – дороги, автомобілі, лічильники електроенергії, побутові прилади, медичні імплантати людини тощо, які підключають їх до цифрових мереж (IoT). Мережі IoT генерують дані надвеликих обсягах, відомих як “Великі дані” (Big Data);
- мережі цифрових комунікацій, що забезпечують потоки даних у режимі реального часу, які можна поєднувати між собою;
- інфраструктуру високої ємності (“хмара”), яка може підтримувати та забезпечувати сховище для взаємозв'язку даних, програм, речей та людей [3].

Загалом, smart-інфраструктура працює наступним чином: датчики збирають дані про життєдіяльність міста в різних сферах => мережі зв'язку переносять дані до спеціальних цифрових пристроїв (комп'ютерів) => комп'ютери обробляють дані, оптимізуючи їх у реальному часі та отримуючи smart-аналітику => на підставі обробки відбувається прийняття рішень [4,5].

“Розумні” транспортні системи ефективно поєднують широкий спектр комбінованих міських перевезень як для індивідуальних переміщень, так і для громадського транспорту. Завдяки цьому можна поліпшити показники безпеки, системного управління, екологічності, доступності та зручності. Об'єднання управління муніципальним і приватним автотранспортом дозволяє реалізувати нові інтегровані системи оплати транспортних послуг з допомогою smartкарт. Для прикладу, в Лондоні, Сеулі, Дубаї smart-карти застосовуються для оплати послуг як муніципального, так і приватного транспорту [5]. Користувач отримує можливість швидко і просто, через інтерфейс, отримати інформацію (ціни, час, кількість пересадок, клас обслуговування) про різні варіанти переміщення до пункту призначення. Така модель отримала назву Mobility as a Service (MaaS – мобільність як послуга). Одночасно з трансформацією мобільності як сервісу змінюється і система ціноутворення цього сервісу, що включає пакетні послуги застосування громадського

та приватного транспорту як за фактом користування (Pay as you go), так і на абонементній основі (Bundle)

Література:

1. Никифорок О.І. Модернізація наземних транспортних систем України /О.І. Никифорок ; НАН України, ДУ "Ін-т екон. та прогнозув. НАН України". –К., 2014. – 414 с
2. Інтелектуальні транспортні системи в Україні / А. Р. Гайков, О. П. Євсєєва, О. В. Баранов, В. Ю. Баранов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Автомобілета тракторобудування. – Х. : НТУ «ХПІ», 2014. – No 9 (1052). – С. 106-112. –Бібліогр.: 3 назв. – ISSN 2078-6840.
3. Інтелектуальні транспортні системи в Україні / А. Р. Гайков, О. П. Євсєєва, О. В. Баранов, В. Ю. Баранов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Автомобілета тракторобудування. – Х. : НТУ «ХПІ», 2014. – No 9 (1052). – С. 106-112. –Бібліогр.: 3 назв. – ISSN 2078-6840.
4. Гнучкі комп'ютеризовані системи: проектування, моделювання і управління: підручник / Л.С. Ямпольський, Б.Б. Самотокін, М.М.Ткач, та ін.- Житомир: ЖДТУ, 2005. – 680 с.
5. Сеть участников дорожного движения: [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://numplates.ru/07.htm>

СИСТЕМА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЗУПИНОК СУЧАСНОГО МІСТА.

Алексієв О.П., Неронов С.М., Агібалова Є.Є.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Однією з найважливіших завдань, що стоять сьогодні перед містами, є розвиток міської інфраструктури (передпося до «Розумного довкілля»). Міста є місцем проживання, роботи, та дозвілля мільйонів людей, та їхня центральна проблема – великі витрати часу людьми на дорогу та автомобільні пробки. Рішення у вигляді будівництва нових доріг або збільшення пропускної спроможності старих не дає очікуваного ефекту, як показала практика багатьох міст світу. Тільки планування та застосування нових довгострокових методів може дати позитивний ефект. Таким чином, сьогодні для розвитку міської інфраструктури потрібно кілька кроків:

- покращити якість та розгалуженість вуличної дорожньої мережі з розвиненим громадським транспортом;
- забезпечити доступність всіх необхідних людям послуг[1].

У систему «розумна зупинка» входять, зокрема, електронні табло, які відображають інформацію про рух автобусів, тролейбусів. Табло показує, скільки часу залишилося до прибуття того чи іншого виду транспорту на маршруті. Є інформація про рівень пробок та годинник. Така корисна інформація дає більшу зручність у використанні транспорту[2].

Інтелектуальна зупинка має велике значення при побудові Смарт Сити, та надасть можливість надавати високу якість обслуговування населення, а саме надавати актуальну інформацію про маршрути і розклади руху міського пасажирського транспорту, допомогти вибрати зручний маршрут між кінцевими точками.

Основні завдання, які вирішуються при впровадженні розумних зупинок є:

- надання в реальному режимі часу інформації про час прибуття потрібного пасажирського транспорту;

- надання навігаційної інформації про маршрути міського транспорту;
- оповіщення населення про збої в роботі громадського транспорту;
- демонстрація реклами;
- надання можливості викликати диспетчера або певні екстрені служби.

При цьому інтелектуальним зупинкам легко розширити функціонал, що можливо завдяки модульній структурі системи. В вигляді практичної реалізації даної магістерської роботи була розроблена система інтелектуальної зупинки саме із застосуванням модульної структури. Вона має вигляд інтелектуального термінала [3].

Для визначення модулів Розумної зупинки був проведений аналіз можливих варіантів впровадження апаратних і ПЗ рішень, які при інтеграції створюють платформу для переходу до «Розумного міста».

З метою візуалізації результатів аналізу була побудована семантична мережа ІКТ для «Розумної зупинки». Вона представлена на рисунку 1.

На даному рисунку можна бачити, що побудована інтелектуальна зупинка включає в себе цілий ряд програмних та апаратних пристроїв (датчиків, систем зв'язку з мережею інтернет). Різні кольори на рисунку це різні категорії пристроїв. Вони були обрані емпірично на основі аналізу факторів і індикаторів основних характеристик «Розумного міста». Іншими словами, якщо, наприклад, характеристика «оточуюче середовище» має в своєму складі такі компоненти: датчик вологості та температури, датчик шуму, датчик чистоти повітря.

Таким чином, кожне запропоноване апаратно-програмне рішення (обладнання або сервіс) відповідає певній характеристиці Smart City [4].



Рисунок 1 – Семантична мережа інтелектуальної зупинки

Інтелектуальні зупинки є ключовою частиною систем навігації міського громадського транспорту та складовою інтелектуальної транспортної системи. Інтелектуальні зупинки являє собою сучасну навігаційну систему громадського транспорту мегаполісів, що забезпечує інформаційний зв'язок між громадським транспортом та пасажирів і ряд додаткових сервісів. В даному розділі описано світовий досвід функціонування інтелектуальних зупинок, які давно стали частиною інтелектуальних транспортних систем розвинених країн.

Література:

1. Kabashkin I. Transport Telematics // RAU .-Riga, 1999. –P.342
2. Alekseyev O. Development of automotive computer systems based on the virtualization of transportation processes management/ O. Alekseyev, V. Alekseyev D. Klets,, V. Khabarov, et al. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol.6, N 3 (90). - P. 14-25. – Way of Access: DOI: 10.15587/1729-4061.2017.116351.

3. Богомолів В.О. Концептуальне обґрунтування та синергетичний підхід до розвитку транс-портних систем / В.О. Богомолів, В.О. Алексієв // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті: науково-технічний журнал. – 2009. № 5(78). – С.59–63.
4. Kafi M., Challal Y., Djenouri D., Doudou M., Badache N. A study of wireless sensor networks for Urban Traffic Monitoring: Applications and Architectures // Proc. of the 4th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies. -2018. -Vol. 19. -P. 617- 626

ВІРТУАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ ПЕРЕВІЗНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Алексієв О.П., Неронов С.М., Смоленцева О.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

З кожним роком машин на дорогах міст стає все більше і більше. Проблеми-затори і пробки. Для окремих людей, час перевізного процесу витрачається даремно. Ефективним способом боротьби з виникненням пробок на дорогах є використання інтелектуальних дорожньо-транспортних систем на базі сучасних інформаційних технологій, віртуалізація управління перевізними процесами [1,2]. Але використання обчислювальних систем та інформаційних мереж, в Україні стикається з такими загальними проблемами:

- якість техніки, організація її обслуговування та ремонту;
- інтегрування інформаційних процесів;
- навчання персоналу;
- технологічні зміни в процесах, пов'язаних з обробкою і використанням інформації на місцях;
- ціна ПК і периферійного обладнання, засобів комунікації;
- програмне забезпечення.

Рішення цих проблем полягає у віртуальному управлінні перевізними процесами [3, 4]. У цій системі транспортний засіб 1, наприклад, автомобіль - легковий чи вантажний, автобус, машина швидкої допомоги, пожежна або поліцейська машина тощо засіб обладнано пристроєм 2 мобільного зв'язку, навігаційним пристроєм 3 і радіоприймачем 4. Як пристрій 2 мобільного зв'язку може використовуватися звичайний мобільний (стільниковий) телефон, а в якості навігаційного пристрою 3 може використовуватися будь-який навігатор в залежності від обраного типу моніторингу транспортного потоку.

На рисунку 1 показана таке основне сенсорне сприйняття і моніторинг дорожніх ситуацій у віртуальному управлінні перевізними процесами.

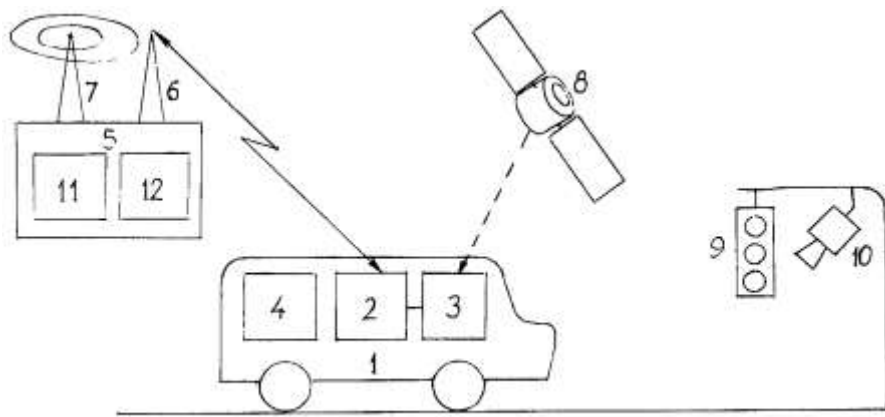


Рисунок 1 – Моніторинг дорожніх ситуацій.

Радіоприймач 4 може бути таким, який зазвичай встановлюється в автомобілі, хоча це може бути і спеціально розроблений пристрій. Переважно, пристрій 2 мобільного зв'язку та навігаційний пристрій 3 можуть бути виконані у вигляді пристрою моніторингу дорожньої ситуації з засобами 10 стеження за дорожньою обстановкою з центром 5, так само як і лінії зв'язку, що з'єднують центр 5 зі світлофорами 9 або не відображено але вважаю що слід про них згадати. Територіальний центр 5 управління рухом включає в себе засоби 11 знаходження оптимальних рекомендацій для кожного транспортного засобу 1 і засоби 12 зв'язку для здійснення двостороннього зв'язку з пристроями 2 мобільного зв'язку.

На відміну від попередніх рішень [3, 4] у цієї системи віртуального управління використовується нейронна мережа з алгоритмом навчання зворотного поширення помилки та когнітивна система сенсорного сприйняття дорожнього руху.

Результат інтеграції транспортних застосувань та такого віртуального управління перевізними є такий:

- розвиток інформаційного сектору України;
- формування інтелектуальних ресурсів;
- стимулювання до активного фінансування галузі ІТ;
- тісна співпраця зі спеціалістами галузі ІТ;

- зростання кількості управлінських рішень, що піддаються автоматизації;
- підвищення кваліфікації кадрів на підприємстві з метою вдосконалення їх компетентності.

Подальші дослідження в даному напрямку повинні бути спрямовані на створення універсальної моделі ІТ, яка дозволить значно підвищити ефективність віртуального управління ЛС підприємства.

Література:

1. Алексієв В.О. Інформаційний розвиток порталу віртуального управління процесами транспортного обслуговування / О. П. Алексієв, В. О. Алексієв, // Інформаційні технології: проблеми та перспективи : моногра-фія[Текст]– Х.: Вид-во: Рожко С. Г., 2017. – Розд. 2. – С. 32 – 47. URI (Уніфікований ідентифікатор ресурсу): <http://www.repository.hneu.edu.ua/jspui/handle/123456789/16051>.
2. Alekseyev O. Development of automotive computer systems based on the virtualization of transportation processes management/ O. Alekseyev, V. Alekseyev D. Klets,, V. Khabarov, et al. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol.6, N 3 (90). - P. 14- 25. – Way of Access: DOI: 10.15587/1729- 4061.2017.116351.
3. Риз Дж. Облачные вычисления: Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 288 с.
4. Косяков А. Системная инженерия. Принципы и практика: Пер. с англ под ред. В.К. Батоврина. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 624 с.

КОНЦЕПТУАЛЬНО АРХІТЕКТУРНИЙ ОПИС МОДЕЛІ «РОЗУМНИЙ» ТРАНСПОРТ МІСТА

Алексієв О.П., Неронов С.М., Хамула С.Ю.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Визначено, що сьогодні необхідні дії з пошуку моделей управління містами, які максимально ефективно використовують природні ресурси і водночас забезпечують високий рівень життя. Пропонується застосування моделі керування містом під назвою «Smart City». Для вивчення даної моделі було проведено аналіз літератури, наукових статей та безліч електронних джерел. Було виявлено, що на поточному етапі не існує універсальної моделі "Розумного міста" та чіткого її визначення. Але існують вдалі приклади її реалізації, засновані на різних моделях кута зору на проблему «Розумного міста», такі як, соціальний, нормативний та технологічний[1].

Узагальнена класифікація представлена нижче у Таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Класифікація визначень поняття «Розумне місто» [8]

Основні ознаки класифікації	Класифікація визначень		
	Ідеологічний вимір (яке бачення розумного міста?)	Нормативний вимір (де та яка сфера?)	Технологічний/інструментальний вимір (кому буде переданий результат проекту Smart city?)
Мета створення Smart city	Поліпшення якості життя мешканців	Формування стійкого зеленого середовища для життя	Інноваційне трудове життя
Елементи	Послуги	Інфраструктура	Людський/соціальний капітал

У зв'язку з тим, що не існує єдиного визначення моделі «Розумне місто», ми звернулися до роботи Дамері Р. та Кочія А., які провели глибокий літературний аналіз

визначень Smart City та Digital city («Цифрове місто») та зібрали основні формулювання моделі[2]. Вони відображені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Визначення моделі Розумне місто

Визначення	Джерело
"Розумне Місто - це місто, яке може об'єднувати такі різноманітні технології, як системи переробки води, передові енергетичні мережі, та мобільний зв'язок з метою зменшення впливу на навколишнє середовище та покращення життя громадян"	Сетис 2012
"Розумне місто - це чітко визначений географічний район, в якому високі технології, як ІКТ, логістика, вироблення знергії, та інші взаємодіють, щоб створити кращі умови для громадян з точки зору добробуту, включення та участі, якості зкології, та інтелектуального розвитку. Він управляється чітко визначеним набором наук (предметів), які спроможні встановити правила та політику для міського розвитку та самого уряду"	Дамері 2013
"Місто, яке контролює та об'єднує всю критичну інфраструктуру, включаючи дороги, мости, тунелі, рейки, метро, аеропорти, морські порти, комунікації, воду, владу, і навіть найбільші будівлі. Завдяки інтеграції місто може краще оптимізувати свої ресурси, запланувати їх профілактичне та технічне обслуговування, контролювати всі аспекти безпеки, при тому максимізуючи послуги для всіх громадян"	Халл 2000
«Розумне Місто» - це місто, засноване на «розумній» комбінації постачання та дій рішучих, незалежних та обізнаних громадян.	Гіфінгер 2007
"Розумне Місто – це продукт Цифрового Міста, об'єданого з Інтернетом Речів"	Су 2011
"Місто вважається розумним, коли інвестиції в людський і соціальний капітал і традиційна (транспорт) і сучасна (ІКТ) комунікаційна інфраструктура сприяють сталому економічному зростанню та високій якості життя, застосовуючи при цьому мудре управління природними ресурсами через розумне керівництво".	Карагліу 2009

Міжнародний колектив вчених із трьох країн (Канада, США та Мексика) визначив на основі вивчення різних дисциплін вісім категорій критичних факторів, які утворюють напрями ініціатив зі створення Smart city [4]. Ці вісім категорій такі:

- політичний контекст;
- економіка;
- управління та організація;
- інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ);
- люди та спільноти;
- побудована інфраструктура та навколишнє середовище;
- керівництво.

Ці категорії складають базу інтегративної моделі «Розумне місто», яка може бути застосована міськими органами влади для встановлення та реалізації ініціатив зі створення Smart city[5]. Схематично інтегративна модель зображено малюнку 1.1.

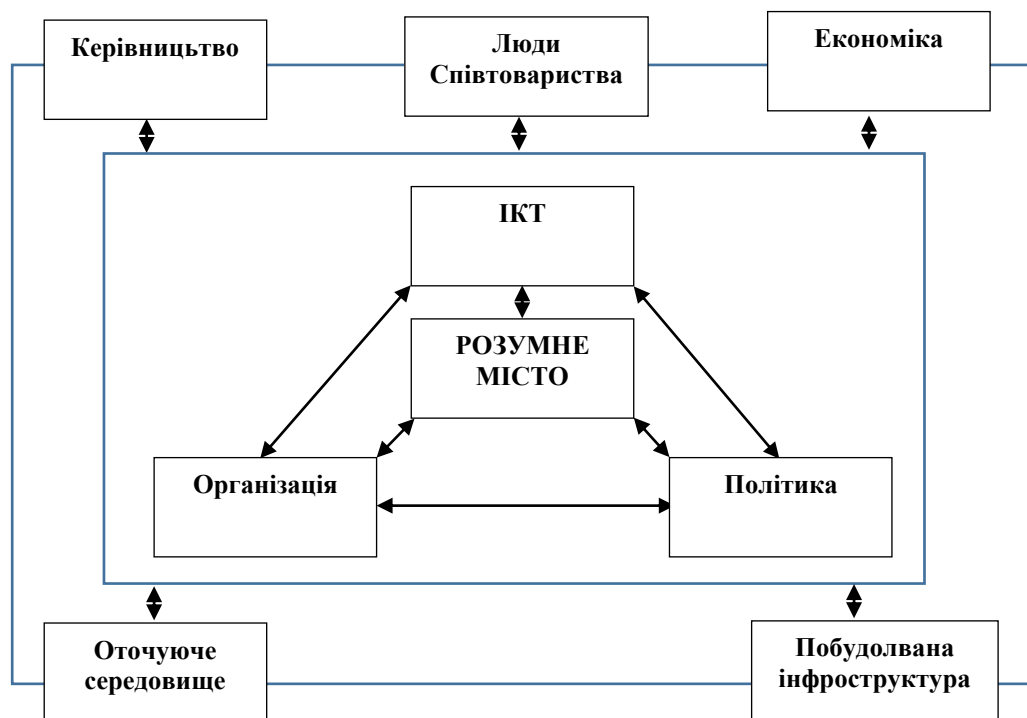


Рисунок 1.1 – Інтегративна модель Розумного міста

Таким чином, роблячи короткі вводи, стрімка урбанізація супроводжується появою цілої низки проблем, пов'язаних з електроенергією, водопостачанням, транспортом, санітарією, послугами у сфері освіти та охорони здоров'я. Їх дозвіл

вимагає нових комплексних стратегій, здатних не тільки позбавити від насущних труднощів, а й забезпечити подальший прогрес. Виникає потреба в новій моделі, новій парадигмі управління містом, яка була б здатною забезпечувати максимально ефективно витрачання природних ресурсів і при цьому забезпечувати високий рівень життя. Такою моделлю може бути концепція «Розумного міста». Це сучасна стратегія об'єднання різноманітних факторів міського розвитку, спрямована на модернізацію інфраструктури з принципово новими можливостями централізованого управління. новим рівнем послуг та безпеки [5]. В основі такої стратегії розвитку міста лежать технологічні переваги, що дозволяють централізовано збирати різні дані, обробляти і відображати їх у тому вигляді та якості, які необхідні адміністративному апарату для ефективного управління містом. На сьогоднішній день існує безліч різних методологій оцінки «розумних міст».

Література:

1. Дамери Р., Кочиа А. Smart City and Digital City: twenty years of terminology evolution // Proceedings of 10th conference of the Italian chapter of Association on Information Systems 'Empowering society through digital innovations'. -2013
2. Hernandez F., Larios V. Cloud computing architecture для цифрових послуг в Smart Cities // CCD Smart Cities. -2013
3. Ardito L., Procaccianti G., Menga G., Morisio M. Smart Grid Technology in Europe: An Overview // Energies. -2013. -P. 251-281
4. Hedlund J. Smart city 2020: technology and society in the modern city // Microsoft Service Enterprise Architecture paper. -2012. -Vol. 1. -P. 12
5. Алексієв В.О. Технологія X-by-WIRE та мехатронізація автотранспортних засобів / В.О. Алексієв // Вісник ХНАДУ: Збірник наук. праць. - 2006. - Вип. 32. - С. 120-122.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ШТРИХОВОГО КОДУВАННЯ В ПІДСИСТЕМІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТА ОБЛІКУ ДЕТАЛЕЙ НА ВИРОБНИЦТВІ

Аргунов М. О., Безкоровайний В. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

Характерною особливістю комп'ютерно-інтегрованих виробництв є широке використання сучасних індустріальних технологій для підрахунку, відстеження, контролю, сортування комплектуючих і готової продукції. Інформація систем обліку є основою для прийняття управлінських рішень на різних рівнях керування виробництвом (рис. 1) [1].



Рисунок 1 – Місце системи обліку в циклі керування виробництвом [1]

Найбільш значущими задачі автоматичної ідентифікації та обліку деталей є для систем оперативного планування виробничого процесу. Своєчасний і точний облік деталей у системах керування виробничими процесами дає можливість простежити та відновити інформацію про умови виготовлення, використання чи місцезнаходження

одиниці (партії) продукції у разі необхідності проведення аналізу причин виникнення невідповідностей, а також можливість встановити, у якій стадії виробництва чи експлуатації знаходиться виріб [2].

З огляду на великий обсяг інформації та значної трудомісткості повноцінне ведення такого обліку можливе лише за допомогою формування автоматизованого банку даних та використання для його ведення спеціалізованого програмного забезпечення. Найбільшого поширення для завдань виробничого обліку завдяки своїй простоті, надійності та відносній дешевизні набули технологія штрихового кодування та метод автоматичної ідентифікації на її основі. За наявності єдиної автоматизованої системи управління виробничою інформацією на підприємстві в штрих-коді деталі достатньо представити дані, однозначно ідентифікують саму деталь, яка відноситься до конкретного замовлення. Інша інформація міститься в базі даних і може бути автоматично отримана при зчитуванні штрих-коду деталі або за запитом оператора на робочому місці [2-3].

При виборі та комплексуванні засобів штрихового кодування та ідентифікації враховується множина різнорідних показників: наведені витрати на придбання, монтаж та експлуатацію; точність ідентифікації деталей; надійність та живучість обладнання. Кожен з показників може бути частковим критерієм оптимальності вибору $k_i(x)$, $i = \overline{1, m}$ комплекту обладнання з множини допустимих $x \in X$.

Процес прийняття рішення щодо вибору варіанту комплектації обладнання передбачає розв'язання множини задач [4]: формалізації мети; визначення універсальної множини варіантів X^U ; визначення множини допустимих варіантів $X \subseteq X^U$; виділення підмножини ефективних варіантів $X^E \subseteq X$; ранжирування варіантів $x \in X^E$; вибору найкращого варіанту комплектації засобів кодування та ідентифікації $x^o \in X^E$.

Задача визначення множини допустимих варіантів $X \subseteq X^U$ полягає у виключенні з універсальної множини підмножини варіантів $\overline{X}$, що не задовольняють технологічним вимогам $X = X^U \setminus \overline{X}$.

Задача виділення підмножини ефективних варіантів X^E полягає у виключенні з

множини допустимих X домінованих (неоптимальних) варіантів, що належать множині згоди X^S . Варіант називають ефективним $x^E \subseteq X$ (Парето-оптимальним, недомінованим), якщо немає більш кращого варіанту за всіма показниками $x \subseteq X$, тобто $x^0 \succ x \quad \forall x \in X$ [4].

Розв'язання задачі ранжування варіантів здійснюється на основі парадигми максимізації корисності. Для її вирішення використовуються два підходи: ординалістичний та кардиналістичний [5]. При використанні ординалістичного підходу впорядкування варіантів провадиться особою, яка приймає рішення. У рамках кардиналістичного підходу проводиться формування узагальненого критерію ефективності та зведення розв'язання задачі до задачі оптимізації. При цьому в обох підходах вважається, що кожному з варіантів з множини ефективних $x \in X^E$ приписується деяка корисність (цінність) $P(x)$, значення якої і визначають їх порядок $\forall x, v \in X^E$:

$$x \sim v \leftrightarrow P(x) = P(v); \quad x \succ v \leftrightarrow P(x) > P(v); \quad x \geq v \leftrightarrow P(x) \geq P(v). \quad (1)$$

Задача вибору найкращого варіанту засобів $x^0 \in X^E$ зводиться до екстремізації функції загальної корисності:

$$x^0 = \arg \max_{x \in X^E} P(x). \quad (2)$$

Для скалярного кількісного оцінювання варіантів і вибору з множини допустимих $x \in X^E$ за множиною часткових критеріїв $k_i(x)$, $i = \overline{1, m}$ пропонується використати класичну адитивну функцію загальної корисності [4-5]:

$$P(x) = \sum_{i=1}^m \lambda_i \xi_i(x), \quad (3)$$

$$\xi_i(x) = \left\{ [k_i(x) - k_i^-] / [k_i^+ - k_i^-] \right\}^{\alpha_i}, \quad i = \overline{1, m}, \quad (4)$$

де λ_i , $\xi_i(x)$, k_i^+ , k_i^- , α_i – ваговий коефіцієнт, функція корисності, найкраще та найгірше значення та параметр виду функції корисності i -го часткового критерію, $i = \overline{1, m}$.

Таким чином, вибір ефективного варіанту системи штрихового кодування на

виробництві дозволяє швидко та точно визначати місце знаходження кожної деталі, контролювати виконання поточного плану виробництва. Напрямком подальших досліджень може бути розробка математичних моделей, методів, програмного та інформаційного забезпечення для ефективної імплементації засобів штрихового кодування для ідентифікації та обліку деталей в системі керування виробництвом.

Література:

1. М. С. Пушкар та В. З. Семанюк, Розробка систем обліку. Тернопіль: ТНЕУ, 2009, 208 с. [Он-лайн]. Доступно: http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/37235/1/rozrobka%20system%20obliku_Semaniuk_Pushkar.pdf
2. І. О. Болотов та І. В. Галич, Використання технології штрих-кодів для контролю якості. 2020. [Он-лайн]. Доступно: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/35564>
3. М. Ю. Грам'як, Комп'ютеризована система зчитування штрих-кодів. BS thesis. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. [Он-лайн]. Доступно: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/34268>
4. V. Beskorovainyi, L. Petryshyn and O. Shevchenko, "Specific subset effective option in technology design decisions", Applied Aspects of Information Technology, Vol. 3., No.1, pp. 443-455, 2020
5. V. Beskorovainyi, "Combined method of ranking options in project decision support systems", Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, No 4 (14), pp. 13-20, 2020.

КРИТЕРІЇ ВИБОРУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ

Бондаренко М.О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Взаємодія між людиною та мобільними пристроями та їх додатками міцно увійшла у життя людини. Дана взаємодія є дуже швидкою у розвитку сьогодні. У вік швидкого розвитку мобільних технологій виникає можливість використати останні технологічні досягнення у різних сферах людського життя.

Від якості мобільних програм залежить зручність її використання для користувачів та популярність серед цільової аудиторії програми, рейтинг, кількість завантажень, відгуки, тому важливо вчасно слідкувати за даними показниками.

Для трекінгу аналітичних показників мобільних додатків існує спеціалізоване програмне забезпечення, що дозволяє проаналізувати за обраними критеріями додаток та прийняти рішення про його успішність та майбутній розвиток.

Функціонування і ефективність діяльності ІТ-підприємств безпосередньо залежить від того, за допомогою яких інструментів здійснюється їх управління.

Різноманітність розв'язуваних в робочому процесі завдань диктують нові вимоги до всіх компонентів якісного управління. У зв'язку з цим виникає необхідність в виборі програмного забезпечення для оцінки мобільних додатків не тільки з урахуванням формальних показників його якості, а й відповідно до своїх уподобань конкретного завдання.

Мета дослідження підвищити ефективність вибору програмного забезпечення для оцінки мобільних додатків за рахунок аналізу його критеріїв.

Розглянемо основні трекінгові системи та їх характеристики.

Flurry [1]. Безкоштовна платформа для збору та аналізу статистики мобільних додатків на iOS та Android. Платформа орієнтована на збір даних про користувачів: їх дії та події. Швидко підключається через SDK. Є безкоштовний тариф із обмеженими можливостями. Кінцева вартість залежить від набору функцій.

Ключові характеристики:

- порівнює один додаток у двох операційних системах;
- збирає дані про інтереси користувачів;
- розраховує воронки продажів;
- відстежує поведінку користувачів.

AppAnnie [2]. Комплексний аналітичний інструмент для мобільних додатків, що відслідковує статистику, позиції у сторі, монетизацію та ефективність запущених рекламних кампаній. Є безкоштовний та платний тарифи.

Ключові характеристики:

- керує повним життєвим циклом програми;
- аналізує ринок мобільних програм загалом;
- відстежує конкурентів;
- підбирає ключові запити для оптимізації;
- збирає відгуки з усіх сторін;
- аналізує прибутковість товару.

AppsFlyer [3]. Сервіс мобільної атрибуції вивчення ефективності онлайн- і оффлайн-каналів збуту. Вбудовані інструменти аналітики мобільних додатків на iOS та Android дозволяють вивчати поведінку користувачів, розраховувати ROI маркетингових витрат та багато іншого.

Ключові характеристики:

- аналізує ефективність каналів залучення користувачів;
- збирає докладну статистику про програми на iOS та Android;
- збирає інформацію про поведінку користувачів;
- відстежує доходність банерів усередині додатка.

Firebase Analytics [4]. Сервіс від Google для комплексної аналітики та розробки мобільного додатка.

Ключові характеристики:

- відстеження конверсії;
- відстеження трафіку;
- відстеження шляхів користувачів до здійснення угоди;

- аналітика користувачів (DAU, MAU, Retention тощо);
- зберігання даних у хмарному сховищі;
- А/В тестування додатків;
- Можливість аналізувати та прогнозувати поведінку аудиторії.

Кожне з розглянутих програмне забезпечення може вирішувати задачу оцінки мобільних додатків але в залежності від початкових даних особи, що приймає рішення і буде обрано найкращий продукт.

Таким чином розглянуті критерії вибору програмного забезпечення для оцінки мобільних додатків допоможуть вибрати найкраще.

Література:

1. Flurry – Режим доступу- <https://www.flurry.com/>
2. AppAnie – Режим доступу – <https://www.appannie.com>
3. AppsFlyer – Режим доступу – <https://www.appsflyer.com>
4. Firebase – Режим доступу – <https://firebase.google.com>

ОПТИМІЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ДИСПЕРГАЦІЇ

Гладуш В. Г., Чеканов М.А.

Державний біотехнологічний університет, Харків

Розвиток сучасних харчових виробництв неможливий без створення нового устаткування та оптимізації існуючих технологічних процесів. Для забезпечення енергоефективності процесів використовується системний підхід, який містить у собі такі заходи: визначення, вимірювання, аналіз, покращення та управління.

Під час дослідження енергоефективності існуючого устаткування спочатку необхідно провести вимірювання процесних характеристик (температура, тиск, об'єм, витрата та ін.), визначити основного споживача енергії та характер її споживання. За сукупністю цих дій можна визначити ефективність витрати енергії та напрям модернізації для забезпечення оптимізації існуючих технологічних процесів.

Заходи, які вживаються для збільшення енергоефективності поділяють на активні та пасивні. До пасивних належить заміна застарілих пристроїв новими з більшим коефіцієнтом корисної дії, з низьким енергоспоживанням, більшим ресурсом роботи, покращеною тепловою ізоляцією устаткування тощо. До активних заходів належить насамперед забезпечення автоматичного контролю та алгоритму управління процесом. Для цього використовують сучасні комп'ютерні та мікропроцесорні системи керування устаткованими датчиками з оберненим зв'язком та аналого-цифровими та цифро-аналоговими перетворювачами, оскільки сьогодні вони стали одним із найбільш дешевих, швидких та безпечних способів збирання та обробки інформації, з її подальшим використанням. Постійний розвиток мікропроцесорних систем, створення нової елементної бази дозволяє частково або повністю автоматизувати контроль та створити алгоритм управління технологічними процесами та апаратами на виробництві, що дозволить підвищити їх енергоефективність та безпечність.

Конструктивно алгоритм автоматизації та управління керування можна здійснити за допомогою 1-Wire інтерфейсу, що складається з мікропроцесора адаптера, який

можна запрограмувати безпосередньо, або під'єднати через COM, або USB-порт до комп'ютера та здійснювати управління програмно.

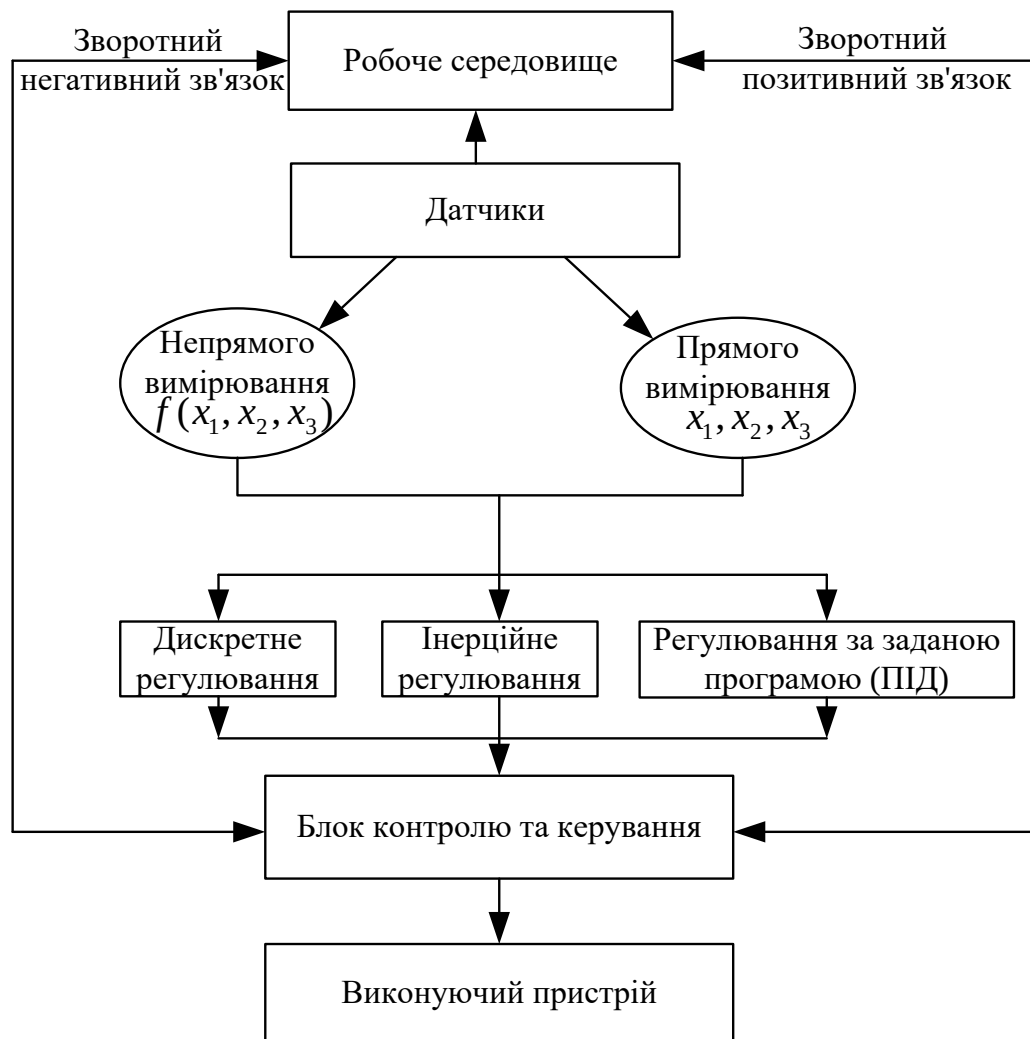


Рисунок. 1 – Принципова схема контролю та керування об'єктом управління за допомогою датчиків із зворотним зв'язком

Основним технологічним параметром, за яким буде відбуватися оцінювання ефективності перебігу процесу ультразвукової диспергації пропонується взяти зміну величини внутрішньої енергії термодинамічної системи закритого типу, за одиницю часу. Тобто вимірюванню буде підлягати середньооб'ємна температура рідини в робочій камері ультразвукового диспергатора безперервної дії.

Основною проблемою, яку потрібно вирішити під час експерименту, це поєднати температурні датчики в єдину мережу із аналогово-цифровим перетворювачем та передачі даних від нього до комп'ютера. Можна знайти програмне забезпечення, яке

буде перетворювати цифровий код у значення температури та відображення перетвореної інформації на екрані комп'ютера в режимі реального часу, або зберігати ці значення в файл. Для вирішення цієї проблеми потрібно: чотири датчика DS18B20, один резистор на 4,7 кОм, провідний інтерфейс UART USB, або плата мікроконтролера, наприклад ATMEGA 328. Для налаштування зібраного пристрою потрібно встановити програмне забезпечення OneWire Viewer та JAVA. Якщо OneWire Viewer в налаштуваннях розпізнає датчики температури, то можна побачити температуру в реальному часі на графіку. Цей графік можна зберегти. Або використати сканер порту та зберегти отримані з нього данні і потім побудувати графічні залежності в Mathcad, Matlab, Excel. На основі аналізу отриманих графічних залежностей можна зробити висновок, яка величина внутрішньої енергії є оптимальною для перебігу процесу в робочій камері ультразвукового диспергатора і скорегувати швидкість течії технологічного середовища з відомим акустичним імпедансом, наприклад за допомогою перистальтичного насосу. Керування приводом насосу здійснюється мікроконтролером через твердотільне реле.

Розглянуто спосіб оцінювання ефективності перебігу процесу ультразвукової диспергації, що ідентифікується, як термодинамічна система. Для досягнення поставленої мети запропоновано використовувати сучасний підхід з використанням ПЕОМ, мікроконтролера ATMEGA 328, цифрових датчиків, твердотільних реле, що дають змогу здійснювати контроль процесних параметрів, та керування термодинамічним процесом для досягнення оптимальних параметрів його стану з плином часу із зворотним зв'язком.

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

Запорожцев С.Ю.¹, Запорожцев Д.С.¹, Ільге І.Г.²

¹Львівський національний університет природокористування, Львів

²Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Сьогодні інтелектуальні технології дедалі більше проникають у всі сфери людської діяльності. Це обумовлено тим, що такі автоматизовані та автоматичні системи мають ряд здібностей, які властиві самій людині, зокрема розвинені комунікативні здібності; вміння вирішувати складні погано формалізовані завдання; здібності до розпізнавання та самонавчання; адаптивність і т.ін. [1] Одним із найперспективніших напрямів впровадження систем штучного інтелекту є агропромисловий комплекс (АПК).

Як відомо, до складу АПК входять три взаємопов'язані сфери: сільське господарство, що формує сировинну базу; галузі, що виробляють засоби виробництва та обслуговування АПК; галузі зберігання, переробки та реалізації сільськогосподарської продукції. [2]

По даним світового досвіду, впровадження у технології та виробництво продукції АПК прогресивних інформаційних технологій забезпечує до двох третин приросту продукції. Нажаль, сьогодні інноваційні можливості вітчизняного АПК використовуються не більше, ніж на 5% (в порівнянні в США – 50%). [3] Тобто, впровадження інновацій в цьому напрямку має величезний потенціал. Розглянемо деякі перспективи у можливих галузях застосування інтелектуальних систем в АПК [4].

Насамперед, це інтелектуальні системи управління роботою сільськогосподарських машин (тракторів, агрегатів, транспорту). Крім оптимального управління параметрами роботи двигуна та систем приводу, нові розробки низки фірм націлені на особливості пересування по нерівних поверхнях, комбінування та координацію роботи машин та механізмів залежно від застосовуваного обладнання.

Окремо слід зазначити тенденцію «прецизійного землеробства» - точне виконання технологічних операцій з урахуванням просторової неоднорідності середовища проростання рослин.

Різноманітні сенсорні прилади дозволяють контролювати як ґрунт, так і рослини. При цьому інформація збирається до баз даних, тому, наприклад, при проведенні посівних робіт забезпечується управління щільністю та глибиною висіву по конкретних ділянках поля. Ці дані використовуються і системами, що управляють зрошенням та внесенням добрив.

Зараз у розвинених країнах наростає тенденція до застосування роботизованих систем. Це стосується позиціонування насіння, висадки розсади, селективного пересіву, догляду за рослинами та збирання врожаю.

Роботи впроваджуються і в тваринництві. Розвиток молочного виробництва спрямований на забезпечення високих надоїв, покращення якості молока та зниження собівартості його виробництва на основі повної автоматизації практично всього спектра обладнання. Аналогічні тенденції спостерігаються у виробництві м'яса (свинини, яловичини, птишиного м'яса), харчових яєць тощо.

Таким чином, подальше впровадження інтелектуальних систем в АПК є не лише сучасним рішенням, а й вимогою, що дозволить не тільки конкурувати з лідерами, але і отримати суттєвий економічний ефект.

Література:

1. Інтелектуальна інформаційна система. [Он-лайн]. Доступно: https://uk.wikipedia.org/wiki/Інтелектуальна_інформаційна_система.
2. І. І. Божидай. Агропромисловий комплекс України: структура та основні поняття. [Он-лайн]. Доступно: http://www.agrosvit.info/pdf/21_2019/16.pdf.
3. І. Шрамко. Особливості застосування ІТ в агрономії. [Он-лайн]. Доступно: <https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/4370/1/Шрамко.pdf>.
4. Н. Т. Тверезовська. Інформаційні технології в агрономії : навч. посібник / Н. Т. Тверезовська, А. В. Нелєпова ; Національний університет біоресурсів і природокористування. – Київ : Центр учбової літератури, 2013. – 281 с.

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ВИБОРУ АВТІВКИ

Запорожцев С.Ю., Мартиняк Н.М.

Львівський національний університет природокористування, Львів

На сучасному етапі технічного прогресу провідним серед міжгалузевих комплексів є машинобудування. [1] Воно не тільки визначає розвиток інших галузей і відображає рівень розвитку науки і техніки громадської ланки, але і рівень обороноздатності країни. Машини, обладнання та устаткування, в якості рухомого майна на сучасному ринку активів, як правило, користується найбільшим попитом.

Ринкові ціни угод встановлюються не на основі домовленостей, як наприклад, на ринку нерухомості, а в результаті взаємних дій широкого кола продавців і покупців. Це може полегшити не тільки прогноз цих цін, але і оцінку вартості, що в свою чергу, позитивно впливає на об'єктивність цін пропонуємих товарів і знижує вплив людського фактора.

В сучасній методології оцінки виділяють три основних підходи – порівняльний, витратний і прибутковий [2]. Якщо ми маємо інформацію про ціни в вільному доступі (наприклад, через різноманітні сайти оголошень по продажу автомобілів в мережі Інтернет), то найкращим буде саме порівняльний метод.

Для вибору найліпших пропозицій пропонується створення інформаційної системи, яка діє на основі сукупності існуючих пропозицій, а також враховує побажання самого покупця. Така система буде відрізнятись від звичайних фільтрів агрегаторів оголошень, по-перше, тому що вона не буде прив'язана до одного ресурсу, а по-друге, матиме в своїй основі елементи машинного навчання. Така система може допомогти не тільки покупцю, а і продавцеві, тому що в змозі найбільш об'єктивно оцінити майно, яке пропонується на продаж.

Для рішення подібних задач можуть бути обрані різноманітні методи, в тому числі порівнюючи результати їх роботи. Для дослідження авторами було обрано метод регресії. Якщо результати моделювання будуть не зовсім задовільними, тоді застосовуються інші методи, наприклад, вирішальні дерева або спрямований пошук -

градієнтний бустінг. Для реалізації регресії існує маса бібліотек прикладних програм, які добре зарекомендували себе, наприклад, різноманітні Python-бібліотеки, які мають відкритий код і можуть вільно розповсюджуватись. Для отримання даних використаємо API одного із агрегаторів оголошень [3]. На рисунку 1 наведено приклад розподілу цін відповідно одного із запитів.

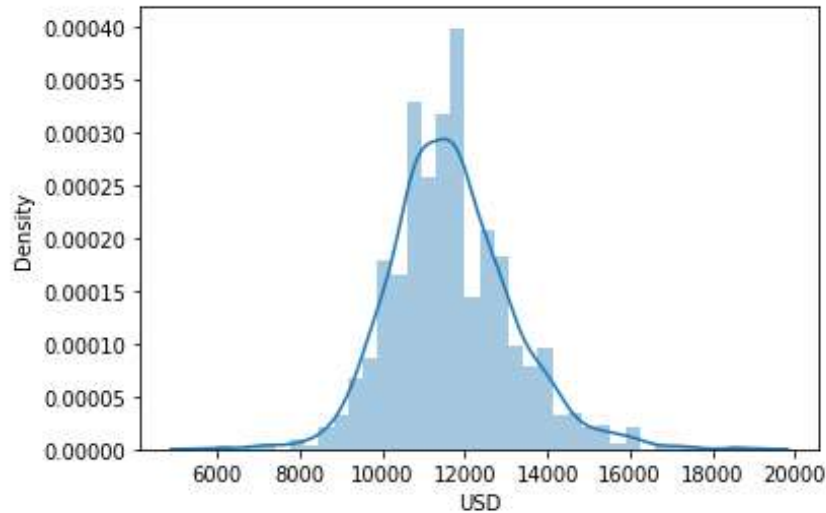


Рисунок 1 – Приклад розподілу цін на вибрані автомобілі

Завдяки існуючим бібліотекам візуалізації можна відслідкувати можливі кореляційні взаємозв'язки між деякими ознаками та цільовою змінною (ціною). Приклади наведені на рисунку 2.

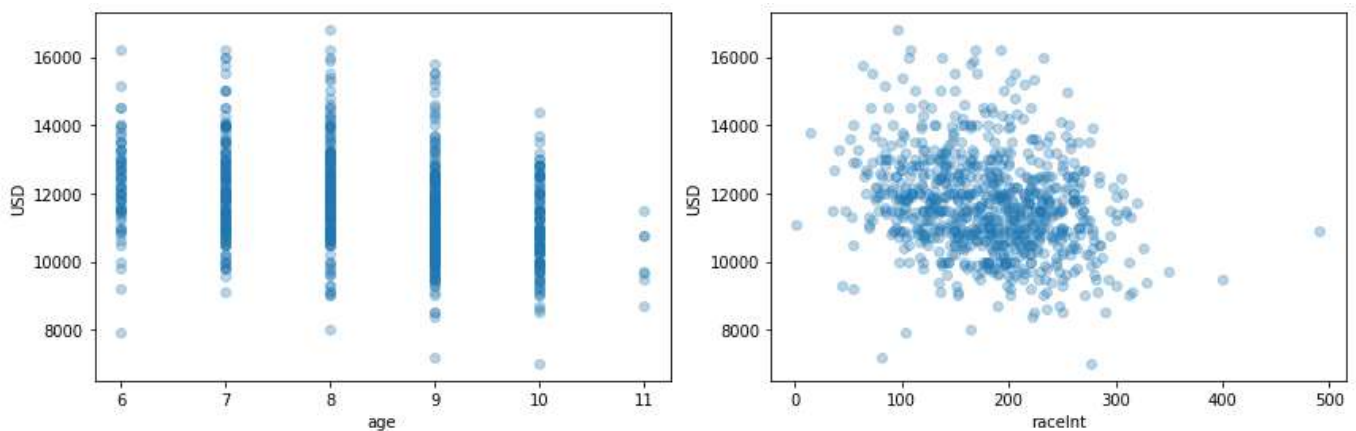


Рисунок 2 – Візуалізація деяких взаємозв'язків

Щоб побачити ефект оптимізованого рішення спочатку розраховуємо середню ціну і середню стаціонарну помилку. Для даного випадка помилка склала 1418. Проводячи навчання моделі та оптимізуючи її гіперпараметри, можна її зменшити. Результат оптимізації представлено на рисунку 3. Набуте значення (приблизно 1131) в порівнянні із стаціонарною помилкою менше приблизно на 20%, що є суттєвим поліпшенням.

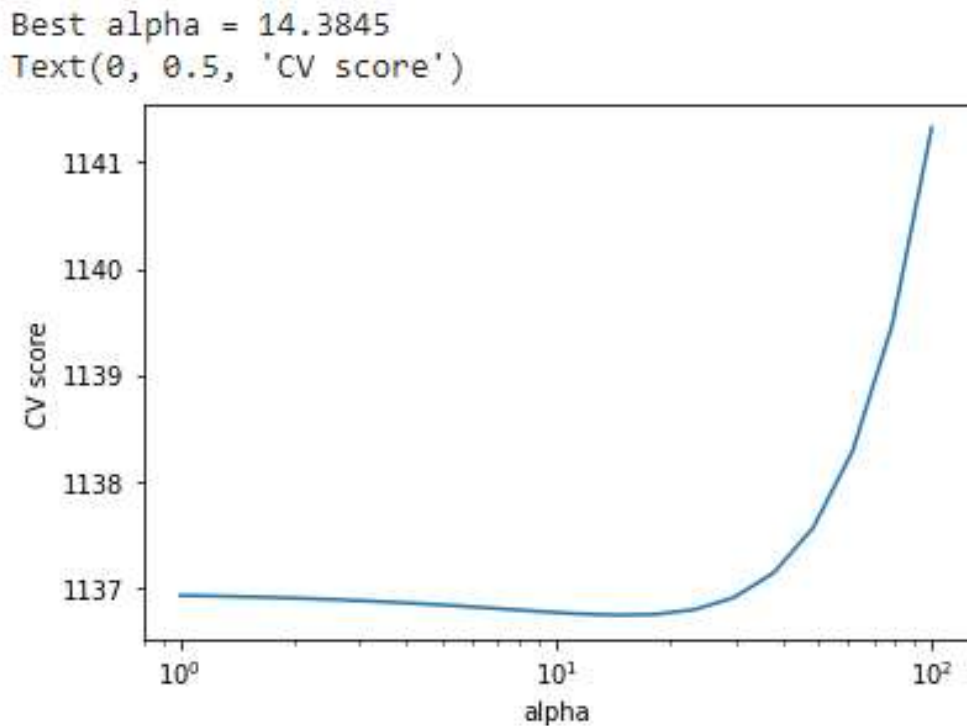


Рисунок 3 – Оптимізація (мінімум) гіперпараметра регуляризації

Таким чином, інформаційна система вибору автівки при використанні сучасних методів машинного навчання дозволить отримати суттєво кращі результати, ніж, наприклад, просте пропонування середньої ціни, та може підвищити ефективність рішень, які приймаються.

Література:

1. Машинобудування. [Он-лайн]. Доступно: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Машинобудування>.

2. Методичні підходи до оцінки машин і обладнання. [Он-лайн]. Доступно: https://pidru4niki.com/1056041254106/ekonomika/metodichni_pidhodi_otsinki_mashin_obladnannya.
3. API Portal. Создавай свое приложение используя возможности auto.ria, dom.ria, ria.com. [Он-лайн]. Доступно: <https://developers.ria.com/>

СИНТЕЗ МОДЕЛІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

Здорик Н. В., Безкоровайний В. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

Одним з ключових напрямків розвитку виробничих процесів (ВП) останніх десятиліть є подальший розвиток автоматизації та підвищення гнучкості, інтеграція управління підприємством, технологічними процесами (ТП), виробництвом в цілому в єдину систему на основі комп'ютерно-інтегрованих технологій та систем керування виробництвом на різних рівнях його організації [1].

Ефективність ТП закладається на етапах їх проектування, модернізації та реінжинірингу. Процеси проектування, модернізації чи реінжинірингу ТП передбачають, зокрема, розв'язання множини багатокритеріальних задач оптимізації їх структури, топології (територіальної чи просторової реалізації) та параметрів обладнання. Задачі оптимізації виробничих ТП полягають у виборі кращого варіанту з множини таких, що задовольняють функціональним і вартісним обмеженням за множиною показників (продуктивність, завантаження устаткування, якість, собівартість продукції, тощо).

За результатами декомпозиції проблеми оптимізації комп'ютерно-інтегрованих виробничих процесів на етапі проєктування можна виділити таку сукупність задач [2-3]:

$$Task = \{Task_i\}, i = 1, 6, \quad (1)$$

де $Task_1$ – вибір принципів побудови ВП; $Task_2$ – оптимізація структури ВП; $Task_3$ – оптимізація топології ВП; $Task_4$ – визначення параметрів елементів ВП; $Task_5$ – вибір технологій ВП; $Task_6$ – оцінка ефективності і вибір кращого варіанта ВП.

При цьому, кожна з задач (1) передбачає необхідність вибору варіантів рішень за множиною показників. На практиці для скалярного кількісного оцінювання варіантів з множини допустимих $x \in X$ за множиною часткових критеріїв $k_i(x)$, $i = \overline{1, m}$ найчастіше використовується адитивна функція виду [2-3]:

$$P(x) = \sum_{i=1}^m \lambda_i \xi_i(x), \quad (2)$$

$$\xi_i(x) = \left\{ [k_i(x) - k_i^-] / [k_i^+ - k_i^-] \right\}, i = \overline{1, m}, \quad (3)$$

де λ_i , $\xi_i(x)$, k_i^+ , k_i^- – ваговий коефіцієнт, функція корисності, найкраще та найгірше значення i -го критерію $i = \overline{1, m}$.

Класична лінійна нормалізація, яка зводиться, наприклад, до ділення значень всіх критеріїв на максимальне значення або виду (3) не враховують щільність розподілення критеріальних значень. Це призводить до виникнення викривлених оцінок важливості критеріїв, оскільки максимальні та мінімальні значення критеріальних шкал являють собою викиди. Для усунення цього недоліку пропонується використати алгоритм блокової нормалізації.

Схема алгоритму блокової нормалізації має такий вигляд [4].

Крок 1. Обчислення різниці ліній матриці β за формулою (4):

$$L_j^{cs} = \beta_{cj} - \beta_{sj}, (c, s) \in I \vee (c, s) \in J \quad (4)$$

де I, J – множини рядків\стовпців матриці β .

Вихідний масив L необхідно розбити на блоки. Він обчислюється як різниця двох рядків або стовпців c, s матриці багатокритеріальної задачі β .

Крок 2. Обчислення мінімуму і максимуму L .

Крок 3. Обчислення номерів блоків елементів L за формулою (5):

Для довільного масиву L , довжини n , формула визначення номера блока елемента L_j^{cs} має вигляд

$$g_j^{cs} = \left\lfloor \frac{(n-1)(L_j^{cs} - \min(L^{cs}))}{(\max(L^{cs}) - \min(L^{cs}) + 1)} \right\rfloor. \quad (5)$$

Можна вважати, що масив g являє собою апроксимацію початкової послідовності L . Мінімальний елемент масиву L є нульовим в g , а максимальний попадає в апроксимуючий масив g в блок з номером $(n-1)$. Формула (4) інвертує оцінки послідовності L по відношенню до g .

Значення мінімуму чи максимуму є обчислювальним, що зручно при розв'язанні багатокритеріальних задач, в яких екстремальні значення шкал важко визначити.

Крок 4. Підсумовування номерів блоків. Щоб отримати інтегральну оцінку C_{ab} (нормоване значення) елемента β_{ab} матриці необхідно просумувати його оцінки по всіх рядках і стовпцях матриць оцінок $G^{a'}$ та $G^{b''}$

$$C_{ab} = g(\beta_{ab}) = 2(n-1)^2 - g'(\beta_{ab}) - g''(\beta_{ab}), \quad (6)$$

де $g'(\beta_{ab}) = \sum_i G_{ib}^{a'} ; g''(\beta_{ab}) = \sum_j G_{aj}^{b''} ; (a, i) \in I, (b, j) \in J$.

Використання алгоритму блокової нормалізації критеріїв дозволить підвищувати якість рішень багатокритеріальних оптимізаційних задач проектування комп'ютерно-інтегрованих виробничих процесів. Завдяки вирівнюванню діапазонів критеріальних шкал при використанні даного алгоритму [4]: зменшується кореляція та дисперсія нормованих значень; з'являється можливість з вихідних даних добувати додаткову інформацію, що полегшує порівняння рішень задачі.

Література:

1. І. Ш. Невлюдов, Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації. Кривий Ріг: КК НАУ, 2017.
2. V. Beskorovainyi, L. Petryshyn and O. Shevchenko, "Specific subset effective option in technology design decisions", Applied Aspects of Information Technology, Vol. 3., No.1, pp. 443-455, 2020
3. V. Beskorovainyi, "Combined method of ranking options in project decision support systems", Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, No 4 (14), pp. 13-20, 2020.
4. О. О. Подоляка та О. М. Подоляка, «Розв'язання двокритеріальної транспортної задачі на основі блокової нормалізації критеріїв», Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, Вип. 92, т. 1, с. 60-65, 2021.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ МЕТОДАМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ

Зубрецька Н.А., Товстенко М.А.

Національний транспортний університет, Київ

Управління якістю виготовлення зварювальних з'єднань, які широко застосовуються у промисловому виробництві відповідальних інженерних конструкцій, засноване на встановленні залежності їх фізико-механічних характеристик від технологічних режимів процесу зварювання. Для моделювання розкиду значень цих характеристик, ідентифікації закону їх розподілу і визначення його параметрів використовують методи статистичного аналізу багатовимірних даних, які зменшують невизначеність вибору оптимальних технологічних режимів [1].

В умовах апіорної невизначеності інформації про вплив сукупності змінних значень технологічних показників на властивості з'єднань для оптимізації їх технологічних параметрів ефективно застосовують нейромережне моделювання [2]. Оскільки зазначені підходи потребують фундаментальних знань і практичних навичок інтелектуального аналізу даних з використанням спеціалізованого програмного забезпечення, вирішення завдань моделювання багатофакторного процесу зварювання можливе на основі сучасного інструментарію – методів машинного навчання, об'єктно-орієнтованої мови програмування Python і відповідних бібліотек.

З використанням зазначеного інструментарію виконано інтелектуальний аналіз багатовимірних даних про процес виготовлення зварних точкових з'єднань для встановлення залежності між їх технологічними, конструктивними параметрами і міцністю. Метою дослідження є побудова, візуалізація, оцінка точності та достовірності прогнозних моделей міцності з'єднань, яка визначається через навантаження розриву P при руйнівних випробуваннях зразків, на основі апіорних вхідних даних про регламентовані конструктивні параметри точкового зварювального з'єднання, що характеризують ядро розплавленого металу – діаметр ядра $d_{\text{я}}$, глибину проплавлення деталей $A_{\text{п}}$ і глибину вм'ятин від електродів B [3].

Моделювання виконувалось з використанням мови програмування Python, бібліотек Pandas, SKlearn, Matplotlib та ін. в безкоштовному хмарному середовищі Google Colab, яке надає можливість користуватись інтерактивною обчислювальною платформою Jupyter Notebook без встановлення на персональний комп'ютер користувача додаткових програм і бібліотек.

На першому етапі моделювання при підготовці даних для аналізу в середовищі завантажили файл з даними lab1.csv та попередньо створений для спрощення використання функцій аналізу файл модуля lib1.py (рис. 1). Після імпортування бібліотек виконали ініціалізацію даних шляхом їх зчитування з csv-файлу та збереження у вигляді датафрейм-об'єкта.

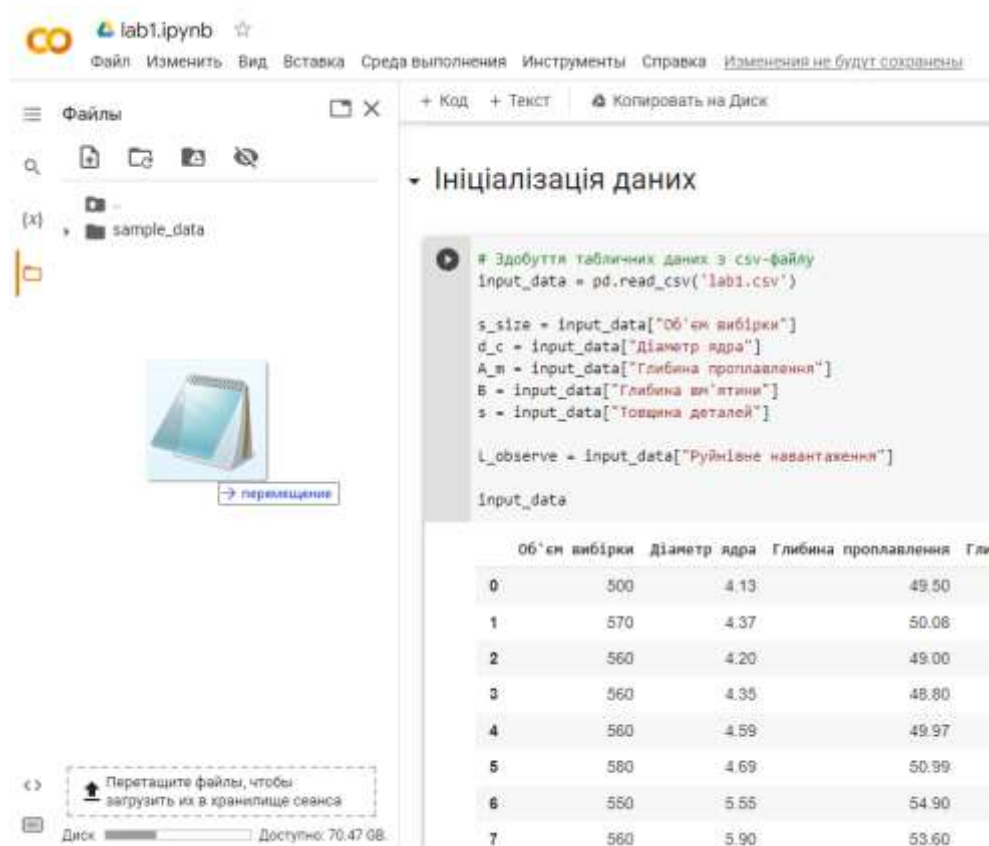


Рисунок 1 – Завантаження в середовище Google Colab підготовлених даних

Після попереднього аналізу даних за допомогою методів датафрейму `.std()` і `.mean()` отримали оцінки середнього значення, стандартного відхилення вхідних змінних, а результати кореляційного аналізу дозволили виключити параметр *B* як незначимий з переліку входів для моделювання.

Для розробки лінійних однофакторних моделей $P=f(dy)$ і $P=f(Ap)$ визначили їх коефіцієнти регресії за допомогою функції *numpy polyfit()*, що дозволило отримати моделі виду $P = -3,27+1.3dy$ і $P = -15, 277+0,357Ap$ (рис.2). Також у код-комірках Jupyter Notebook можна вивести значення декількох змінних, вписавши їх в останій рядок комірки через кому, і тоді вони виведуться як елементи кортежу (tuple) *np.polyfit(factor, target_values, degree=1) -> regression_coefficients*.

```
a, b = np.polyfit(d, P, 1)
a, b

(1.301560075828387, -3.268280880584636)

a, b = np.polyfit(A, P, 1)
P_predict2 = a*A + b
P_predict2.name = 'Прогнозована міцність 2'
a, b

(0.35715361406478424, -15.277310220348967)
```

Рисунок 2 – Результат визначення коефіцієнтів за допомогою функції *numpy polyfit()*.

Двовимірну візуалізацію моделей виконували з використанням функції *lib1.plot_dots(x_data, y_data)* *lib1.plot_graph(x_data, y_data)*.

Для побудови та тривимірної візуалізації двохфакторної залежності $P=f(dy, Ap)$ використовувались відповідно функції:

```
lib1.double_factor_regression_train(training_factor1, training_factor2, target_values)
-> regression_coefficients

lib1.plot_3d(x_data, y_data, regr_coefs, z_label).
```

Отриману двохфакторну модель виду $P = - 6,9+0,97dy+0,1Ap$ перевірили на мультиколінерність за допомогою функції *lib1.multicollinear_analysis(factors) -> correlations*. Аналіз мультиколінеарності показав наявність лінійної залежності між вхідними змінними моделі, що підтверджує неможливість її використання для адекватного прогнозування міцності.

На наступному етапі на основі побудованих лінійних моделей виконали прогнозування міцності з'єднання P . Результат прогнозування та оцінки помилок

прогнозу за значеннями відносної помилки прогнозу ϵ показав високу точність прогнозування. Верифікація результатів моделювання проводилась з методикою на основі системи STATISTICA, яка використовується у навчальній дисципліні «Інтелектуальний аналіз даних» при реалізації освітніх програм «Інженерія програмного забезпечення» та «Комп'ютерні науки» [4]. Таким чином показано, що застосування об'єктно-орієнтованої мови програмування Python і відповідних бібліотек може бути альтернативою спеціалізованим програмам статистичного моделювання в якості сучасного інструментарію інтелектуального аналізу даних при вирішенні науково-технічних і навчальних завдань.

Література:

1. Н. А. Зубрецкая, «Оценка и прогнозирование качества неразъемных соединений на основе регрессионного анализа многомерных данных», Системы обробки інформації, № 5(103). с. 20-26, 2012.
2. Н. А. Зубрецька, С. С. Федін, «Методика нейромережної оптимізації технологічних параметрів зварних з'єднань», Проблеми інформатизації, XVIII міжнар. наук.-техн. конф., Черкаси–Баку–Бельсько-Бяла–Харків, с.26, 2020.
3. В. П. Бурмистров, «Обеспечение качества неразъемных соединений и полуфабрикатов», Ленинград: Машиностроение, 1985.
4. С. С. Федин, «Системы искусственного интеллекта и технологии анализа данных: практикум». Киев, Украина: Интерсервис, 2021.

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ РОЗПОДІЛЕНОЇ БАЗИ ДАНИХ У СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИМ ВИРОБНИЦТВОМ

Іванюк О. А., Безкоровайний В. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

Сучасні комп'ютерно-інтегровані виробництва об'єднують у собі різноманітні додатки і технології (автоматизоване проектування, робототехніка, планування виробничих ресурсів, управління підприємством тощо), що взаємодіють із загальним сховищем даних. Наслідком зростаючої складності засобів вимірювання, обробки та подання інформації у системах керування виробництвом є збільшення потреб в управлінні дедалі більшими обсягами інформації. У таких умовах усе більшу значимість набувають процеси децентралізації, що вимагають створення додатків, доступ до яких здійснюється з територіально розосереджених місць. З цією метою використовуються технології розподілених баз даних (РБД) [1].

Розглядається задача оцінки часу доступу до інформаційних ресурсів (ІР), що розв'язується на етапах багатокритеріальної оптимізації РБД в процесах їх проектування, планування розвитку чи реінжинірингу [2-3]. Задані: множина користувачів РБД, що розміщуються у n вузлах комп'ютерної мережі; кількість m і місця розміщення у вузлах мережі ІР локальних баз; розподіл ІР по вузлах бази $x = [x_{ij}]$ (де x_{ij} – булева змінна: $x_{ij} = 1$, якщо j -й ІР зберігається в i -му вузлі; $x_{ij} = 0$ – в іншому випадку); інтенсивності надходження запитів від користувачів до ІР λ_{ij} , $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$; час обробки запитів до ІР $t_{ij}^{qp}(x)$; пропускні здатності каналів зв'язку мережі $h = [h_{ij}]$, $i, j = \overline{1, n}$; обсяги запитів до ІР a_{ij} , $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$ і відповідей на запити b_{ij} , $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$).

Необхідно визначити оцінку часу доступу користувачів до ІР РБД $t(x)$.

Для встановлення функціональних характеристик РБД на етапах їх створення, модернізації чи реінжинірингу використовують методи математичного моделювання

[4]. На першому етапі структура РБД, як територіально розподіленого об'єкта, й її властивості можуть бути подані у вигляді: $s = \langle E, R, G \rangle$, $\varphi: (E, R, G) \rightarrow P(s)$, де E, R, G – відповідно, множини елементів структури, зв'язків між елементами та їх топологія (територіальне розміщення); $P(s)$ – множина функціональних і вартісних характеристик РБД зі структурою s .

Для визначення функціональних характеристик РБД пропонується подати її у вигляді системи масового обслуговування (Q-схеми): $Q = \langle W, U, H, Z, R, A \rangle$, де W – вхідний потік запитів; U – потік обслуговувань; H – множина внутрішніх параметрів; Z – множина станів; R – схема зв'язків елементів; A – алгоритм функціонування. Пропонується подавати структуру РБД як системи масового обслуговування як такою, що складається з джерела запитів D , накопичувачів для запитів H_i і відповідей H_j у вузлах комп'ютерної мережі та каналів відповідного обслуговування K_i і K_j (рис. 1).

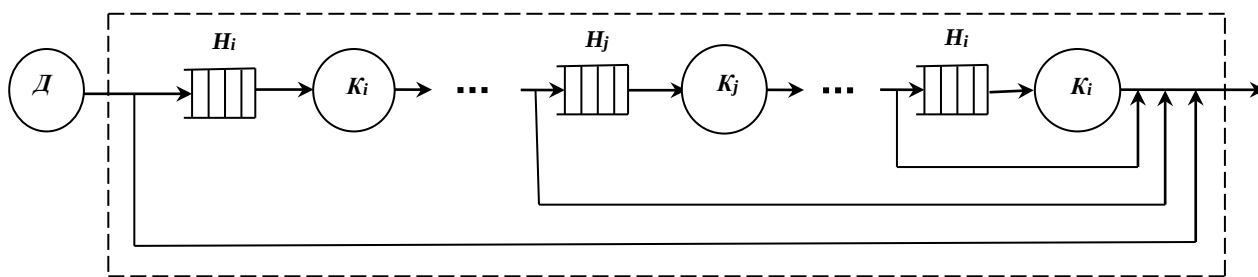


Рисунок 1 – Фрагмент багатофазної СМО для моделювання РБД

На ранніх етапах оптимізації топологічної структури РБД для отримання оцінок часу доступу з i -го вузла мережі до ІР, розташованого в j -му вузлі пропонується використовувати аналітичні співвідношення:

$$t_{ij}(x) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m [t_{ij}^{tr}(x) + t_{ij}^{pr}(x) + t_{ij}^{qp}(x) + t_{ij}^{rp}(x)] \cdot x_{ij}}{n \cdot m}, \quad (1)$$

де $t_{ij}^{tr}(x)$ – час передачі запиту з i -го вузла до j -го ІР; $t_{ij}^{pr}(x)$ – час очікування запиту з i -го вузла до j -го ІР; $t_{ij}^{qp}(x)$ – час обробки запиту з i -го вузла до j -го ІР; $t_{ij}^{rp}(x)$ – час передачі відповіді на запит з i -го вузла до j -го ІР.

На завершальних етапах оптимізації РБД, коли виникає необхідність визначення

більш точних і достовірних оцінок пропонується використовувати імітаційну статистичну модель. Варіант блок-діаграми розробленої імітаційної моделі функціонування РБД представлено на рис. 2.

Loc	Block Type	Current C...	Entry Co...	Retry Ch...	Line Nu...	Include-...
1 GEN	GENERATE	0	1603	0	5	0
2 ASN	ASSIGN	0	1603	0	6	0
3 ASN	ASSIGN	0	1603	0	7	0
4 ASN	ASSIGN	0	1603	0	8	0
5 LABB	TEST	0	9618	0	10	0
6 ASN	ASSIGN	0	1247	0	11	0
7 LABD1	SAVEVALUE	0	9618	0	12	0
8 TES	TEST	0	9618	0	13	0
9 SAV	SAVEVALUE	0	1603	0	14	0
10 LABD2	ASSIGN	0	9618	0	15	0
11 TES	TEST	0	9618	0	16	0
12 TRA	TRANSFER	0	8015	0	17	0
13 LABO	QUEUE	3	1603	0	19	0
14 SEI	SEIZE	0	1600	0	20	0
15 DEP	DEPART	0	1600	0	21	0
16 ADV	ADVANCE	4	1600	0	22	0
17 REL	RELEASE	0	1596	0	23	0
18 TER	TERMINATE	0	1596	0	24	0
19 GEN	GENERATE	0	8	0	26	0
20 TER	TERMINATE	0	8	0	27	0

Рисунок 2 – Блок-діаграма імітаційної моделі функціонування РБД

Похибка ε як показник точності результатів моделювання визначається точністю завдання вхідних даних і кількістю реалізацій моделювального алгоритму N . Для забезпечення стійкості результатів оцінки часу доступу користувачів до ІР РБД $t(x)$ будемо обчислювати на основі певної кількості експериментів (процедур доступу чи прогонів алгоритму) N . Імовірність α того, що похибка ε не перевищить задане значення ε^* , буде розглядатися як достовірність оцінки $p[\varepsilon \leq \varepsilon^*] = \alpha$.

Як оцінку математичного очікування часу доступу користувачів до ІР РБД використаємо його середнє арифметичне значення $\bar{t}(x) = (1/N) \sum_{i=1}^N t_i(x)$ (де $t_i(x)$ – оцінка часу доступу користувачів до ІР в i -му експерименті). Тоді, похибка оцінки $\bar{t}(x)$ після проведення N експериментів складатиме $\varepsilon = t_\alpha \sigma / \sqrt{N}$ (де σ – середньоквадратичне відхилення часу доступу користувачів $t(x)$; t_α – табличний параметр, значення якого визначається заданою достовірністю результатів

$p[\varepsilon \leq \varepsilon^*] = \alpha$). Для забезпечення заданої точності результатів ε^* необхідно провести $N = t_{\alpha}^2 \sigma^2 / (\varepsilon^*)^2$ експериментів.

Розроблена імітаційна модель дозволить підвищити точність аналітичних оцінок часу доступу до інформаційних ресурсів РБД (1) за рахунок використання інформації про закони розподілу вхідних потоків, часу передачі та обробки запитів користувачів. Напрямок подальших досліджень може бути інтеграція запропонованої моделі в технології оптимізації РБД в задачах їх проєктування та реінжинірингу.

Література:

1. М. Т. Ёсу та П. Вальдуриес, Принципы организации распределенных баз данных. М.: ДМК Пресс, 2021.
2. V. Beskorovainyi, L. Petryshyn and O. Shevchenko, "Specific subset effective option in technology design decisions", Applied Aspects of Information Technology, Vol. 3., No.1, pp. 443-455, 2020
3. V. Beskorovainyi, "Combined method of ranking options in project decision support systems", Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, No 4 (14), pp. 13-20, 2020.
4. V. Beskorovainyi and L Kolesnyk, "Interval model of multi-criterion task of reengineering physical structures of distributed databases", Intelligent information systems for decision support in project and program management: Collective monograph, Riga: ISMA, 2021, pp. 7-14.

ВИБІР ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ МОНТАЖУ ВІДЕОКОНТЕНТУ З ПРОФЕСІЙНОЇ ОРІЄНТАЦІЇ

Ільге О.І.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Одним з найбільш ефективних та актуальних інструментів профорієнтаційної роботи є створення відео контенту, зокрема відео інтерв'ю з фахівцями певної галузі знань. Будь-який відео контент остаточно опрацьовується на етапі монтажу, що є вирішальним для його формування.

Для успішного розв'язання завдання монтажу застосовують сучасні інформаційні технології, що базуються на використанні спеціалізованого програмного забезпечення, можливості якого суттєво впливають на кінцевий результат створення контенту.

Ринок програмного забезпечення на теперішній час містить досить розгалужений сектор програм для редагування відео. В цілому всю сукупність програм редагування відео можна умовно розділити на сектор безкоштовних продуктів та на сектор комерційних програм [1]. В першому представлені продукти, що не претендують на повне охоплення всього можливого функціоналу.

В другому секторі представлені комерційні програми для монтажу та редагування, зокрема, найбільш затребуваними на ринку програмного забезпечення є:

- Adobe Premiere Pro;
- Apple Final Cut Pro X;
- Sony Vegas Pro;
- DaVinci Resolve.

Adobe Premiere Pro – дуже популярна професійна програма редагування відео, що має додаткове оточення з родини корисних модулів, орієнтованих на флагманський продукт, зокрема таких, як з After Effects. Це продукт, що добре підходить для новачків та навіть доволі просунутих користувачів [1].

Перевагами Adobe Premiere Pro є доволі висока продуктивність, дружній інтерфейс, робота під різними операційними системами та наявність достатньо повного функціоналу [1,2].

Недоліками програми є розмір абонентської плати, а також обмеження на застосування апаратного прискорення залежно від типу відеокарти.

Sony Vegas Pro є дуже популярною серед аматорів, а також використовується у професійному виробництві відеоконтенту.

Перевагою цієї програми є наявність великої кількості унікальних та корисних функцій роботи з відео. Однак дана програма потребує багато зусиль на оволодіння її можливостями і коштує достатньо дорого [3].

Apple Final Cut Pro X – програмний комплект для відеомонтажу компанії Apple. Програму доповнюють інструменти анімації Motion та модуль Compressor для кодування файлів [4].

Перевагами є багатоядерність для підвищення продуктивності, дружній інтерфейс, складові кліпи, колекції кліпів (альтернативні дублі), гнучка часова шкала, обробка у фоновому режимі, безліч зручних інструментів. Недоліками є відсутність сумісності з попередніми версіями, багато недоробок, суттєва вартість. Обмеження в використанні продукту Apple Final Cut Pro X - тільки Mac-платформа [4].

Програма DaVinci Resolve є комплексною, тобто у ній є інструменти для редагування відео, аудіо, анімованої графіки та експорту [5].

Програма зручна у використанні, добре структурований робочий процес від додавання файлів до їх редагування, володіє незалежністю від платформи.

Однак швидко опанувати DaVinci можна лише при наявності досвіду роботи з іншими програмами даного типу, тому що інтерфейс є досить складним [5].

При порівнянні даних програмних продуктів найбільш вагомими критеріями є обмеження, що накладаються орієнтацією на певну операційну систему, зручність інтерфейсу програми, повнота функціоналу програми монтажу, можливості інтеграції з іншими програмними продуктами та чи є дане програмне забезпечення платним.

За останнім критерієм всі розглянуті програми відносяться до платного програмного забезпечення, а їх порівняння за рештою критеріїв приведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Комерційні програми для монтажу та редагування відео

	Adobe Premiere Pro	Apple Final Cut Pro X	Sony Vegas Pro	DaVinci Resolve.
Операційна система	Мульти-системна	Mac OS	Windows	Мульти-системна
Інтерфейс	зручний	зручний	зручний	складний
Функціональність	професійна	професійна	універсальна	професійна
Інтеграція з іншими програмами	Так	Так	Ні	Ні

З порівняння випливає, що Adobe Premier Pro має достатньо повний функціонал, дуже зручна у використанні, так як має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що може інтегруватися з іншими програмами, що значно розширює область застосування. Програма може працювати з використанням різних операційних систем.

Таким чином, на основі порівняльного аналізу систем відео монтажу пропонується використовувати програму Adobe Premier Pro, яка дозволяє підвищити ефективність монтажу відеоконтенту.

Література:

1. Программы для монтажа видео: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://snimifilm.com/almanakh/postproizvodstvo/montazh-video/redaktirovanie/programmy-dlya-montazha-video> (дата звернення: 25.10.2022).

2. Get to know the Premiere Pro interface : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://helpx.adobe.com/ru/premiere-pro/how-to/overview-interface-premiere-cc.html> (дата звернення: 25.10.2022).

3. Интерфейс программы Sony Vegas : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=dZ83VQB6mwA> (дата звернення: 25.10.2022).

4. Обзор Final Cut Pro X: Сколько Стоит Инструмент Для Редактирования Видео Made In Apple? : [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.thehitech.net/7263691-final-cut-pro-x-review-what-is-the-made-in-apple-video-editing-tool-worth> (дата звернення: 25.10.2022).

5. Обзор программы для монтажа DaVinci Resolve — король цветокоррекции <https://www.fotosklad.ru/expert/reviews/obzor-programmy-dla-montaza-davinci-resolve-korol-cvetokorrekcii-1/> : [Электронный ресурс]. – Режим доступа: (дата звернення: 25.10.2022).

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ ВІБРАЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ СПЕКТРОГРАМ

Коваль Д. О., Коваль О. А.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

При часовій та частотній обробці даних вимірювань важливо правильно вибрати частоту дискретизації. Висока частота дискретизації призводить до менших втрат інформації, але більших обчислювальних витрат. Низькі частоти дискретизації призводять до більших втрат інформації, але в цьому випадку доступні швидкі та прості методи обчислень.

Процес обробки сигналів вібрацій включає (рис.1):

- вилучення вібраційних характеристик, що стосуються поставленої задачі;
- формування схеми прийняття рішень, які включають виявлення, класифікацію та поєднання знань.

Використання мови програмування Python та відповідних бібліотек , а також хмарного сервісу Colab допомагають полегшити це завдання.

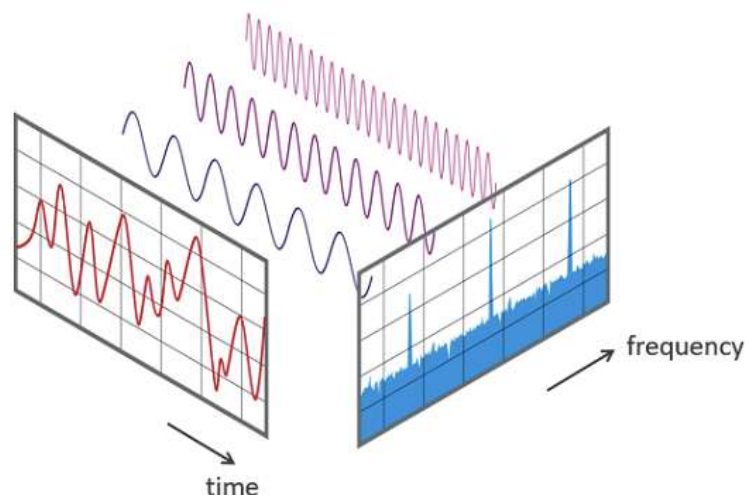


Рисунок 1 — Процес обробки сигналів вібрацій

При обробці сигналів вібрацій важливим є представлення результатів досліджень в зручній для подальшого аналізу формі. Однією з таких форм представлення вібраційних сигналів в час-частотному просторі за допомогою спектрограм.

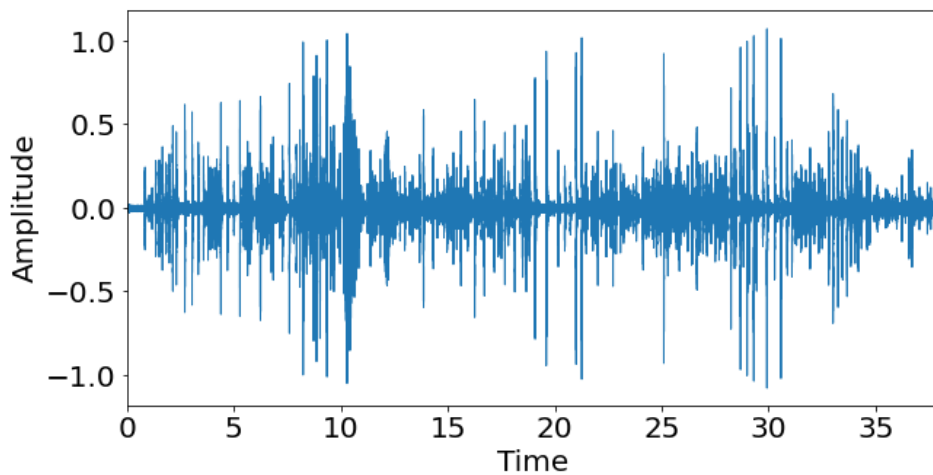


Рисунок 2 — Сигнал вібрацій

Спектрограма — це візуальний спосіб представлення сили сигналу або «гучності» сигналу з часом на різних частотах, присутніх у сигналі. Спектрограма дозволяє не тільки порівнювати рівні енергії сигналів на різних частотах, а і як вони змінюються в часі. Спектрограма зазвичай зображується як теплова карта, тобто як зображення з інтенсивністю, що відображається шляхом зміни кольору або яскравості. На рис.3 приведена спектрограма вібрацій отримана з використанням бібліотеки **librosa** Python, зокрема функції **librosa.display.specshow**.

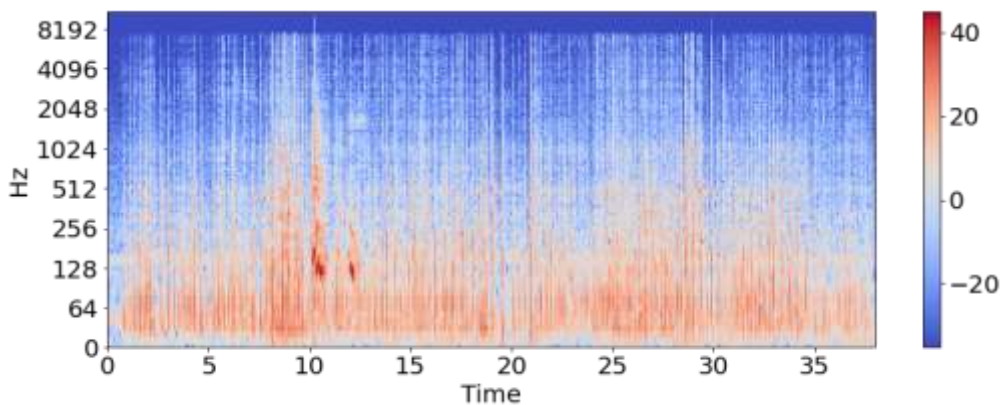


Рисунок 3 — Спектрограма вібрацій

Дана спектрограма отримана з використанням функції STFT. Спочатку енергія сигналу переноситься з часової в частотну область за допомогою швидкого перетворення Фур'є. STFT перетворює сигнали так, що ми можемо знати амплітуду заданої частоти в даний момент часу. Використовуючи STFT, ми можемо визначити амплітуду різних частот, що відтворюються в даний момент вібраційного сигналу. Для

відображення спектрограми використовувалась функція **.specshow** бібліотеки **librosa**. На рис. 3 вертикальна вісь показує частоти (від 0 до 10 кГц), а горизонтальна вісь показує час кліпу. Оскільки ми бачимо, що всі дії відбуваються в нижній частині спектра, то доцільно використовувати логарифмічний масштаб осі частоти.

Вібраційний сигнал складається з багатьох складових. Однак ми повинні виділити характеристики, які мають відношення до завдання, яке ми намагаємося вирішити. Процес вилучення ознак для використання їх для аналізу називається вилученням ознак. Давайте детально вивчимо деякі особливості. Спектральні характеристики (частотні ознаки), які отримують шляхом перетворення Фур'є: основна частота, частотні компоненти, центроїд спектру, спектральний потік, спектральна щільність, згортання спектру тощо. Спектральний центроїд (центр спектру) вказує, на якій частоті зосереджена енергія спектру, або іншими словами, він вказує, де розташований «центр мас» сигналу вібрацій. Це як середнє зважене:

$$f_c = \frac{\sum_k S(k) f(k)}{\sum_k S(k)}, \quad (1)$$

де $S(k)$ — спектральна щільність на частоті k ;

$f(k)$ — частота k .

Для визначення центроїду спектру вібрацій для кожного кадру в сигналі доцільно використовувати функцію **librosa.feature.spectral_centroid**:

```
import sklearn
spectral_centroids = librosa.feature.spectral_centroid(x, sr=sr)[0]
spectral_centroids.shape
(775,)
plt.figure(figsize=(12, 4))
frames = range(len(spectral_centroids))
t = librosa.frames_to_time(frames)
def normalize(x, axis=0):
    return sklearn.preprocessing.minmax_scale(x, axis=axis)
plt.ylabel('Spectral Centroid')
librosa.display.waveplot(x, sr=sr, alpha=0.4)
plt.plot(t, normalize(spectral_centroids), color='b')
```


Результат обчислень приведений на рис.4.

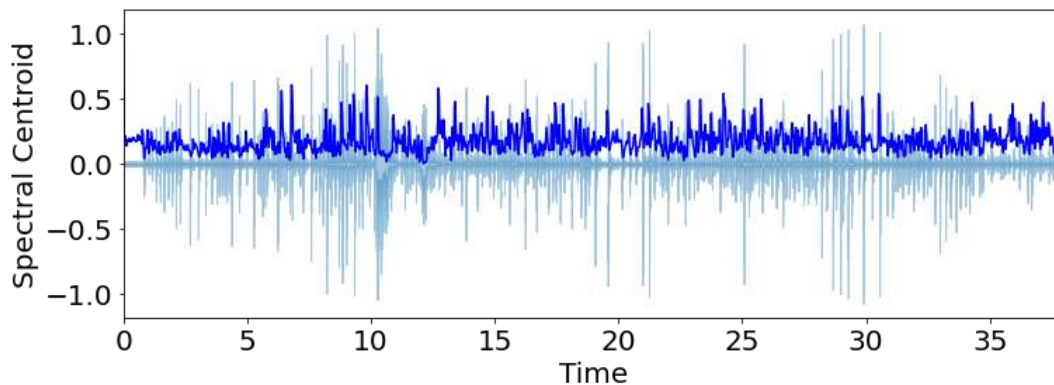


Рисунок 4 — Центроїд спектру вібрацій

На наступному етапі досліджень сигналу вібрації дослідимо такий показник як міра форми сигналу. Вона представляє частоту, на якій високі частоти знижуються до 0. Щоб отримати її, ми повинні розрахувати частку бінів у спектрі потужності вібрацій, де 85% його потужності припадає на нижчі частоти (рис.5).

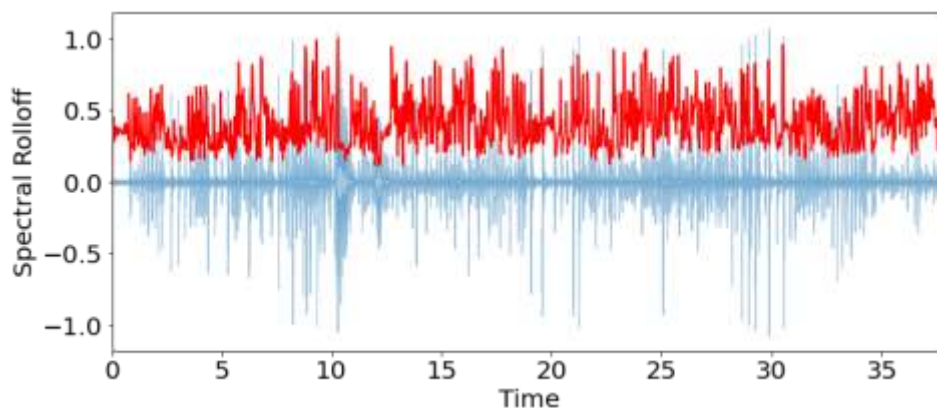


Рисунок 5 — Міра форми сигналу вібрацій

Спектральна смуга пропускання визначається як ширина смуги на половині максимуму піка спектру вібрації. На рис. 6 приведені результати визначення спектральної пропускнуої здатності порядку p .

Кепстральні коефіцієнти частоти. Кепстральні коефіцієнти частоти (MFCC) сигналу вібрації — це невеликий набір ознак (зазвичай близько 10–20), які коротко описують загальну форму спектральної оболонки (рис.7).

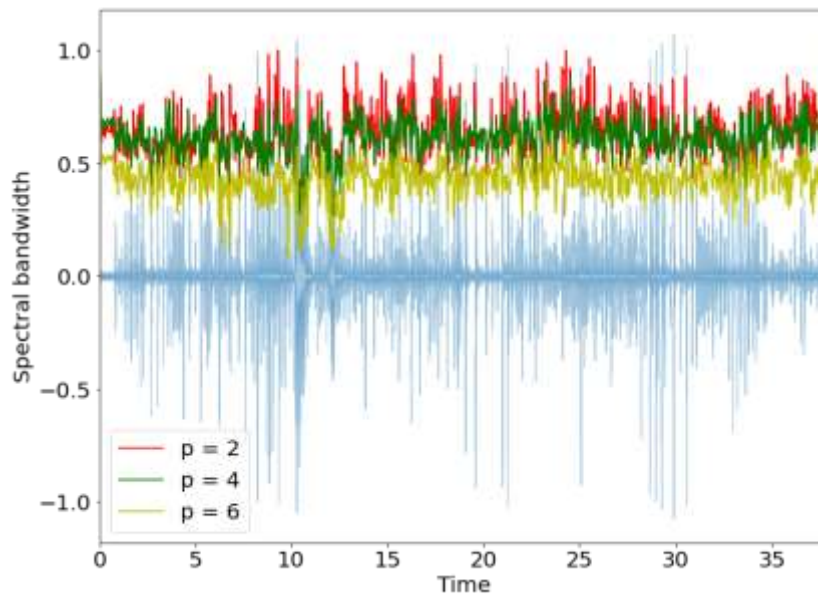


Рисунок 6 — Спектральна пропускна здатність порядку p

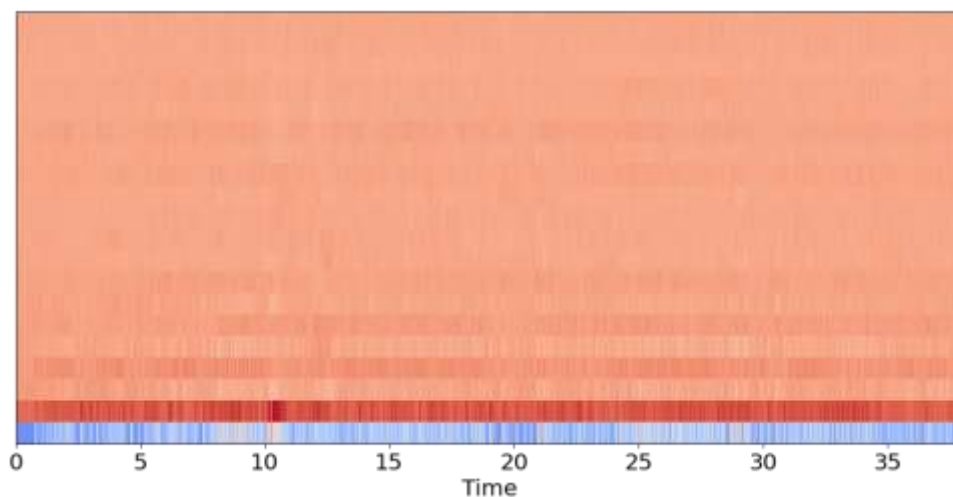


Рисунок 7 — Кепстральні коефіцієнти частоти

Наступний параметр який нам необхідно дослідити це характеристика кольоровості. Характеристика або вектор кольоровості, як правило, являє собою 12-елементний вектор ознак, що вказує, скільки енергії кожного класу потужності вібрацій, $\{C, C\#, D, D\#, E, \dots, B\}$, присутня в сигналі. Коротше кажучи, він забезпечує надійний спосіб опису міри подібності між фрагментами вібрацій. Графічне зображення розрахованого вектора кольоровості вібраційного сигналу приведено на рис. 8.

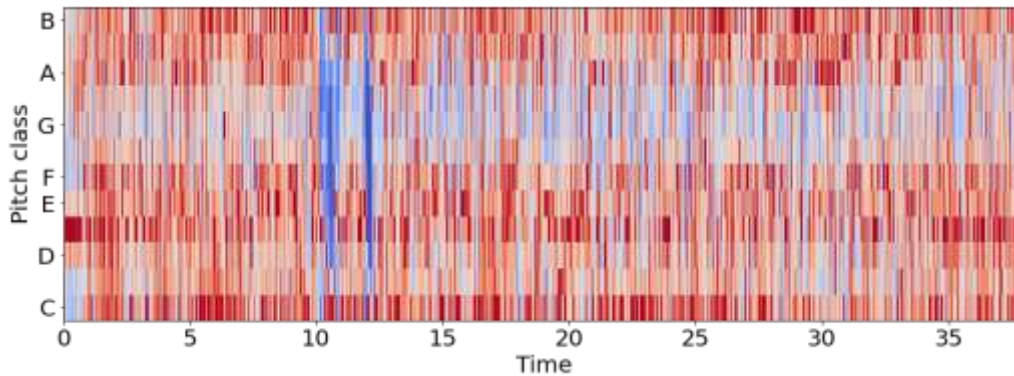


Рисунок 8 — Вектор кольоровості вібраційного сигналу

Проведені дослідження сигналу вібрацій за даною методикою дозволили виявити його особливості. А саме:

- сигнал вібрацій носить є періодичним зашумленим сигналом;
- спектр сигналу в основному розташований в полосі частот а від 0 Гц до 128 Гц, але мають місце окремі періодичні піки на частотах до 8 кГц;
- спектр сигналу майже рівномірно розподілений на протязі всієї часової вибірки;
- максимальна потужність спектру вібрацій була на 10 та 13 секунді часової вибірки вимірювань.

Запропонована методика досліджень вібрацій з використанням спектрограм була реалізована в Python р використанням хмарного сервісу Colab. Вона може бути корисною при проведенні наукових досліджень та в навчальному процесі ХНАДУ.

Література:

1. https://colab.research.google.com/drive/1sNV1vhH9TWysZC8wIhm68MUS5c_yAphw?usp=sharing
2. <https://librosa.org/doc/latest/index.html>
3. <https://ipython.org/ipython-doc/stable/api/generated/IPython.display.html#IPython.display>
4. <https://librosa.org/doc/main/advanced.html>

СХЕМА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО УПРАВЛІННЯ МАРШРУТАМИ ТРАНСПОРТУ

Кононихін А.С., Мотчаний Д.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Ефективне функціонування сучасного автотранспорту неможливо без широкого використання всього спектра інформаційних технологій. Інформаційні потоки між об'єктами авто- транспортної системи формують як зворотний зв'язок, яка несе інформацію про поточний стан автотранспортних об'єктів, так і прямий зв'язок, по якому забезпечується передача керуючих впливів. Від якості та своєчасності інформації, що надходить в прямому і зворотному напрямках, залежить якість управління окремими об'єктами автотранспортної системи, а також можливість її узгодженого функціонування з метою максимально повного задоволення запитів суспільства з перевезення грузів і пасажирів. технології, використовувані на всіх етапах отримання, зберігання, обробки і передачі інформації, повинні в повній мірою забезпечувати своєчасність і висока якість інформаційної підтримки при прийнятті управлінських рішень на всіх рівнях автотранспортної системи [1].

Сучасний фахівець, який здійснює організацію та підтримку інформаційних потоків, використовуваних автотранспортним підприємством в своїй повсякденній діяльності, повинен мати великі та всебічні знання в області сучасних і перспективних методів і засобів обробки інформації. Крім того, йому необхідне знання основ функціонування автотранспортних систем і об'єктів, без чого неможливо об'єктивне виконання процедур обробки інформації, а також реалізує їх програмне та апаратне забезпечення, найбільш ефективних у конкретних виробничих умовах [2-3].

Впровадження та розширення використання сучасних інформаційних технологій на автотранспорті є дієвим засобом підвищення якості і швидкості виконання транспортно-логістичних операцій, поліпшення економічних показників автотранспортних підприємств, зростання їх ефективності та конкурентоспроможності. Разом з тим, досягнення високої віддачі від процесів

інформатизації вимагає чіткого розуміння особливостей автотранспортних систем і об'єктів, а також максимально повного обліку цих особливостей при проектуванні і експлуатації спеціалізованих інформаційних систем, виборі і використанні інформаційних технологій [3].

Метою роботи є підвищення ефективності управління транспортом за рахунок розробки інформаційної технології диспетчерського управління маршрутами транспорту.

Архітектура інформаційної технології побудована за стандартною схемою клієнт-сервер з орієнтацією на багатопоточну обробку клієнтських запитів. Клієнт-сервер обчислювальна або мережева архітектура, в якій завдання або мережева навантаження розподілені між постачальниками послуг, званими серверами, і замовниками послуг, званими клієнтами. Фізично клієнт і сервер це програмне забезпечення.

На рисунку 2.1 розроблено схему інформаційної технології диспетчерського управління маршрутами транспорту.



Рисунок 2.1 - Схема інформаційної технології диспетчерського управління маршрутами транспорту

Розроблена схема інформаційної технології диспетчерського управління маршрутами транспорту включає наступні етапи:

- ідентифікацію транспортного об'єкту;

- маршрут переміщення транспортного об'єкту;
- обробка даних клієнтом.

В результаті виконаного дослідження була розроблена інформаційна технологія супутникового моніторингу транспорту, яка дозволяє підвищити ефективність управління транспортом.

Література:

1. Лігум Ю.С. Інформаційні системи на транспорті. — К.: Національний транспортний університет, — 2002. — 160 с.
2. Ligum U.S. Development of algorithm and control of technological processes of transport in real time // International Transport. — Berlin, 2000. — P. 402–410.
3. Горбачев П. Ф. Основы теории транспортных систем / Горбачев П. Ф., Дмитриев И. А. — Харьков: ХНАДУ, 2002. — 202 с.

КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПІДСИСТЕМИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Корольков І.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Геоінформаційні системи (ГІС) розробляються з метою вирішення наукових та прикладних завдань з моніторингу екологічних ситуацій, раціонального використання природних ресурсів, а також для інфраструктурного проектування, міського та регіонального планування, для вжиття оперативних заходів в умовах надзвичайних ситуацій та ін. до створення різних ГІС, які можуть класифікуватися за такими ознаками:

За функціональними можливостями:

- повнофункціональні ГІС загального призначення;
- спеціалізовані ГІС орієнтовані рішення конкретної завдання у будь-якій предметної області;
- інформаційно-довідкові системи для домашнього та інформаційно-довідкового користування.

Функціональні можливості ГІС визначаються також архітектурним принципом їх побудови:

- закриті системи - немає можливостей розширення, вони здатні виконувати лише той набір функцій, який однозначно визначено на даний момент покупки;
- відкриті системи відрізняються легкістю пристосування, можливостями розширення, оскільки можуть бути побудовані самим користувачем з допомогою спеціального апарату (вбудованих мов програмування).

За просторовим (територіальним) охопленням:

- глобальні (планетарні) (global GIS);
- субконтинентальні;
- загальнонаціональні;
- регіональні (regional GIS);

- субрегіональні;
- локальні (local GIS);
- зокрема муніципальні (urban GIS).

З проблемно-тематичної орієнтації:

- загальногеографічні;
- екологічні та природокористувальні;
- галузеві (водні ресурси, лісокористування, геологічні, туристичні і т.д.).

За типом подання географічної інформації:

- ГІС на основі растрової моделі представлення даних. У таких ГІС цифрове уявлення географічних об'єктів формується у вигляді сукупності осередків растру (пікселів) із наданим їм значенням класу об'єкта;

- ГІС на основі векторної моделі представлення даних. У цьому випадку цифрове уявлення точкових, лінійних та полігональних просторових об'єктів здійснюється у вигляді набору координатних чисел.

Розрізняють ще такі геоінформаційні системи, як:

- інтегровані ГІС (ІГІС) (integrated GIS, IGIS) поєднують функціональні можливості ГІС та систем цифрової обробки зображень (даних дистанційного зондування) в єдиному інтегрованому середовищі;

- полімасштабні, або масштабно-незалежні ГІС (multiscale GIS) засновані на множинних, або полімасштабних уявленнях просторових об'єктів (multiple representation, multiscale representation) забезпечуючи графічне, або картографічне відтворення даних будь-яким з обраних рівнів масштабного ряду на основі єдиного набору даних;

- просторово-часові ГІС (spatio-temporal GIS) оперують просторово-тимчасовими даними.

ГІС є набором наступних підсистем:

- підсистема збору даних, яка збирає та проводить попередню обробку даних із різних джерел. Ця підсистема також відповідає за перетворення різних типів просторових даних;
- підсистема зберігання та вибірки даних, що організує

просторові дані з метою їх вибірки, оновлення та редагування;

- підсистема маніпуляції даними та аналізу - це серце ГІС, те, заради чого ГІС існує. [1]

Підсистема виведення, яка відображає всю базу даних або частину її в табличній, діаграмній або картографічній формі. Завдяки роботі та функціонуванню цих підсистем ми отримуємо значну перевагу, у картографічному процесі, у бік ГІС щодо традиційних паперових карт (табл. 1).

Таблиця 1. Порівняння ГІС та традиційних карт.

Мапа	ГІС
Процес картографування	
Збір даних: пташиного польоту, геодезичні роботи та ін. Обробка даних: агрегування, класифікація тощо; лінійний процес Виробництво картки: кінцева стадія (без розповсюдження) Тиражування картки	Збір даних: пташиного польоту, геодезичні роботи та ін. Обробка даних: агрегування, класифікація плюс аналіз; циклічний процес Виробництво картки: не завжди кінцевий етап. Зазвичай на основі однієї карти створюються та інші Тиражування картки
Функції підсистеми введення	
Введення: запис (копіювання) на папері - Точки - Лінії - області Джерела: - аерофотозйомка - цифрове ДЗЗ - геодезичні роботи - словесні описи та замальовки - статистичні дані та ін.	Введення: запис у пам'ять комп'ютера - Точки - Лінії - області Джерела – те саме, що і для карток плюс: - готові цифрові картки - цифрові моделі рельєфу - цифрові ортофотознімки - цифрові бази даних
Точки, лінії та області малюються на папері за допомогою символів Вибірка – це просто читання картки	Точки, лінії та області зберігаються як растри чи координати та ідентифікатори на комп'ютері Таблиці атрибутів пов'язані з координатами Вибірка потребує ефективних методів комп'ютерного пошуку

Функції підсистеми аналізу	
Потрібні лінійка, планиметр, транспортир та інші інструменти, які використовуються людиною-аналітиком Можливості обмежені даними, згрупованими та представленими на паперовій карті	Використовуються можливості комп'ютера для вимірювання, порівняння та опису інформації в базі даних Забезпечує швидкий доступ до вихідних даних, дозволяє групувати та перекласифікувати дані для подальшого аналізу
Функції підсистеми виведення	
Тільки графічна вистава Багато форм карт Модифікації можуть містити картограми та ін. Включають також таблиці, графіки, діаграми, фотографії та ін.	Карта – лише один із видів виведення у ГІС За малими винятками, ГІС пропонують ті ж можливості, що та традиційні карти Включають також таблиці, графіки, діаграми, фотографії та ін.

Основний напрямок використання ГІС це – життєдіяльність. ГІС працює з просторовими об'єктами та даними, це дозволяє здійснювати безліч операцій з виявлення закономірностей, проводити аналіз, облік, прогноз та безпосередньо графічно відображати результати обробки. Таким чином геоінформаційні системи є системою, що сприяє вирішенню управлінських та економічних завдань на основі засобів та методів інформатизації, тобто. сприяє процесу інформатизації суспільства на користь прогресу. [2]

Література:

1. Кармінський А.М. Інформаційні системи в економіці: У 2-х ч. Ч. 1. Методологія створення/. Кармінський А.М., Черніков Б.В. Навч. Посібник - М.: Фінанси та статистика-2006
2. Журкін І. Г., Шайтура С. В. Геоінформаційні системи. - М., "КУДИЦЬ-ПРЕС", 2009.

ВИКОРИСТАННЯ NOSQL БАЗИ ДАНИХ REDIS У СУЧАСНИХ ДОДАТКАХ

Крупіна К.А., Сватко В.В.

Національний транспортний університет, Київ

У сучасному світі все більше і більше з'являється потреба у збереженні та моніторингу даних. Наприклад, для успішної практичної діяльності людини у сфері бізнесу або виробництва є залежність від ефективності організації у рамках обміну інформації. Чим більше виникало такої інформації, тим більше з'являлося потреби щодо її збереженні у певному місці, яке буде захищене від третіх осіб за потребою. Саме для цього були створені такі програмні продукти як бази даних.

На фізичному рівні БД являє собою файл певного формату. Але, теоретично, зберігати дані можна і в звичайному файлі формату ТХТ якщо є можливість щоб їх прочитати та використовувати.

Функціонал забезпечення незалежності та цілісності даних реалізує система управління базами даних (СУБД). Кожна СУБД має певний інтерфейс для взаємодії з базами даних, за допомогою якого надається доступ до модифікації чи інших операцій з інформацією яка там знаходиться. Завдяки цьому СУБД відіграє важливу роль для взаємодії користувача системи та даних.

На логічному рівні кожна СУБД має свої відмінності, але ці відмінності не дуже значні. Вони мають вплив лише при тонкому налаштуванні під конкретну задачу та спосіб взаємодії з базою даних.

Фізичний рівень – це фактично і є база даних. На даному рівні розглядається структура файлів, а також їх взаємодія між собою.

Для створення сучасних додатків все більше та більше виникає потреба у невеликому сховищу даних, яке буде зберігати інформацію, яка буде швидко доступна. Саме для цієї потреби були створені NoSQL бази даних. Ця технологія була створена для спрощення стеження для певних моделей даних і мають гнучкі схеми, що

дозволяють розробляти сучасні та ефективні додатки. Типовий представник NoSQL бази даних – Redis.

Redis – доволі популярний інструмент, який підтримує велику кількість різноманітних методів та типів даних, які найчастіше використовуються у сучасних додатках. Типовий спосіб використання цієї БД – кешування для зберігання даних про користувача: сесії, куки, JSON токен для авторизації та багато іншого. Доступ до них можливий у будь-який момент часу.

Для демонстрації кешування використаємо Docker-образ Redis для PHP.

```
redis:
  image: redis:latest
  ports:
    - 6379:6379
```

Рисунок 1 – Образ Redis у файлі docker-compose

Піднімемо контейнер Docker та підключимось до Redis у контролері. У нас є два варіанти підключення connect та pconnect. Connect – щоразу створює нове підключення, а pconnect – підключається к вже наявному каналу або створює нове якщо його немає.

```
$redis = new Redis();
$redis->pconnect( host: 'redis', port: 6379);
```

Рисунок 2 – Підключення до Redis

Кешування відбувається максимально просто. Є ключ, а є значення яке ми кладемо під певним ключем. Ключем виступає певне строкове значення.

```
$redis->set( key: 'rate:GBP', value: 92);  
$redis->mset([  
    'rate:EUR' => 80,  
    'rate:JPY' => 60  
]);  
$redis->get('rate:GBP');
```

Рисунок 3 – Встановлення та отримання значення

Для встановлення значення є методи `set` та `mset`. `Set` приймає два аргументи: ключ та значення. `Mset` приймає одне значення – список(масив). За допомогою цього методу можна додати велику кількість даних щоб кожного разу не викликати `set`. Також існує метод `setnx`, який встановлює значення за ключем якщо він існує. За допомогою методу `get` можна отримати значення по ключу, а за допомогою `del` – видалити.

```
$redis->persist( key: 'rate:GBP');  
$redis->expire( key: 'rate:USD', ttl: 3600);
```

Рисунок 4 – Встановлення часу життя значення

Можна встановити час життя значення за допомогою методів `persist` та `expire`. `Persist` – значення буде зберігатись нескінченно, а за допомогою методу `expire` та встановлення значення у секундах.

Це лише невелика частина можливостей. Слід зазначити, що зберігання відбувається у операційній системі носія, тому великі об'єми даних не слід зберігати за допомогою `Redis`. Існує функціонал, який в залежності від сценарію може виконуватись перекидання даних на інший носій.

`Redis` включає у себе:

1. Кешування.
2. Використання як типової БД.
3. Транзакції (послідовне виконання раніше записаних команд).

4. Pub/Sub (користувач підписується на канал, де публікатор відправляє повідомлення всім підписникам).

Redis орієнтований на досягнення максимальної продуктивності на атомарних операціях. Заявлено про 100 тис. запитів за секунду на базових серверах Linux.

Популярність та простота Redis підтверджена тим, що його використовують декілька великих та провідних компаній: Twitter, GitHub, Uber, Pinterest, Snapchat, StackOverflow та багато інших.

Література:

1. Інформатика: Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології. Посіб./ За ред. О.І. Пушкаря – К.: Видав-ничий центр “Академія”, 2001. – 696 с.
2. Нирва Мориссо-Леруа, Мартин К. Соломон, Джеральд Момплезир. 2001. Oracle9i Программирование на языке SQLJ. Издательство «Лори», Москва.
3. Визначення бази даних (БД) і банку даних (БНД). Склад і структура банку даних. Призначення основних компонентів банку даних [електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://e-educ.ru/bd1.html>.
4. NoSQL технології на прикладі MongoDB [електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://dou.ua/forums/topic/33453/>.
5. Розбираємось з Redis [електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://habr.com/ru/company/wunderfund/blog/685894/>.
6. Redis Documentation [електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://docs.redis.com/latest/rs/>.

МЕХАНІЗМ ХМАРНИХ ГЕОТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ МАШИНАМИ

Кудирко О.М., Щур Р.М.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Завдяки сучасному програмно-інформаційному інструментарію систем машинного контролю з'являється можливість побудови множин можливих станів робочих механізмів та прогнозування робочого процесу в цілому [1]. Цей факт з одного боку значно збільшує кількість впроваджень такого інструментарію в контур керування, але з іншого боку веде до формування нових стандартів для систем керування такого типу об'єктів [2].

На рисунку 1 представлено сучасну робочу платформу, яка може включати різні типи будівельних машин, системи прийняття рішень щодо кожної операції на робочій ділянці та супутникові навігаційні системи обробки даних (геоінформаційні системи, ГІС-пристрої).

ГІС - це геоінформаційні автоматизовані системи, які призначені для збору, аналізу, зберігання, інтеграції та графічної інтерпретації просторових даних. ГІС-обладнання представлено великою кількістю приладів, що характеризується: високою продуктивністю; дозволяє швидко почати роботу і зйомку, так як не потрібно витрачати багато часу на навчання; працює з найменшими втратами сигналу, а значить, підвищується ефективність і швидкість зйомки [3].



Рисунок 1 – Сучасна робоча платформа

На сучасних робочих платформах використовують безліч ГІС-пристроїв, починаючи з інтелектуальних антен, ГІС-контролерів та закінчуючи багатофункціональними сучасними системами збору ГІС-даних.

GPS, ГЛОНАСС дозволяє збирати дані про позиціонування машини з точністю до 1 см за допомогою зовнішньої антени. ГІС-контролер інтегрується з іншими технологіями: наприклад, в поєднанні з системами «пошуку траси» дозволяє значно знизити ризик аварій на будівельному майданчику, виявивши і розмітивши існуючі труби і кабелі, вимірявши важкодоступні об'єкти.

Спосіб передачі геоінформації через незручні кабелі відходить у минуле - в наш час актуальними є бездротові хмарні технології, які покликані прискорити процес передачі даних до офісного ГІС-комп'ютера шляхом їх завантаження в інформаційну хмару [3] (рис.2).

Функції хмарних геотехнологій вирішують різноманітні методології, інструменти, а також програмні та апаратні інновації. Завдяки зазначеним механізмам оператор може реалізувати поставлені завдання, цілі чи проекти. Робота відбувається на віддаленому сервері, що запобігає виникненню багатьох проблем зі збереженням інформації та налагодженням інфраструктури.



Рисунок 2 – Спосіб передачі геоінформації

Наприклад, механізм хмарних геотехнологій глибоко інтегрований в програмне забезпечення Leica Zeno Office, створене на основі ArcGIS [4]. Серед основних можливостей цього хмарного сервісу виділяють наступні: передача польових даних з ГІС-контролера на камеральний комп'ютер або сервер в режимі реального часу; завантаження з хмари раніше створених географічних даних, векторних або растрових

карт, космічних знімків на ГІС-контролер для їх актуалізації; створення публічних веб-карт; проведення користувачем сервісу аналітики географічної інформації; збереження географічних даних для їх відновлення в разі технічної поломки обладнання.

Але виникає задача неоднорідності GSM-покриття території України операторами стільникового зв'язку, що впливає на неможливість завантаження або відвантаження даних зі свого польового ГІС-обладнання. Ця задача частково нівелюється використанням послуг двох або трьох операторів. Наприклад, цей спосіб широко практикується в Центрі державного земельного кадастру України. Модератором отриманої геоінформації виступає ГІС-оператор.

Геоінформаційна хмара може бути розгорнута у вигляді декількох моделей: приватна хмара - призначена для використання одним користувачем або в рамках однієї організації; публічна хмара - формується користувачем або підприємством для використання широким колом користувачів; суспільна хмара - формується користувачем або підприємством для використання широким колом користувачів без обмеження доступу; гібридна хмара - складна хмарна структура призначена для специфічних завдань, яка поєднує в собі різні хмарні моделі (приватні, публічні і громадські).



Рисунок 3 – Механізм хмарних геотехнологій

Використання хмарних технологій дозволяє оптимізувати процес створення локальної ГІС: немає необхідності створення сервісного центру, а разом з тим покупки досить дорогого серверного програмного забезпечення і устаткування; немає необхідності утримувати персонал програмістів і системних адміністраторів, які б підтримували серверне ПЗ і техніку в нормальному стані; немає необхідності покупки космічних знімків і карт від сторонніх розробників за рахунок підключення веб-сервісів Google Maps, Aerial Bing, Yahoo Maps і т.п., які можна використовувати для візуалізації та аналітики геопросторових даних; немає необхідності роздруковувати матеріали для їх актуалізації або інспекційних робіт, тобто карту можна завантажити на будь-який мобільний пристрій, як планшет, смартфон або контролер (для високоточного картографування); конфіденційність даних завдяки тонким налаштуванням.

Використання таких систем дозволяє реалізовувати два методи машинного контролю: GNSS Base station (через Radio) SmartNet (через Internet) (рис.3). Профілі позиціонування налаштовуються перемиканням між GNSS і TPS.

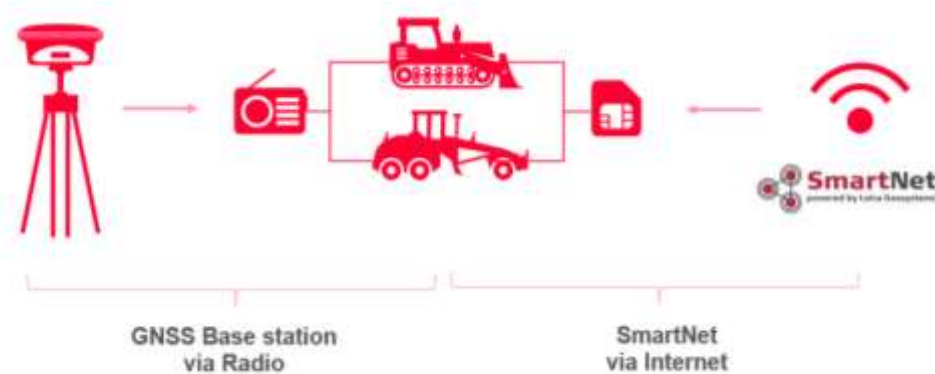


Рисунок 3 – Два методи машинного контролю

Ця задача виникає, коли машина працює у тунелі та якість сигналів змінюється. Достатньо активувати профіль позиціонування TPS чи профіль датчика TPS.

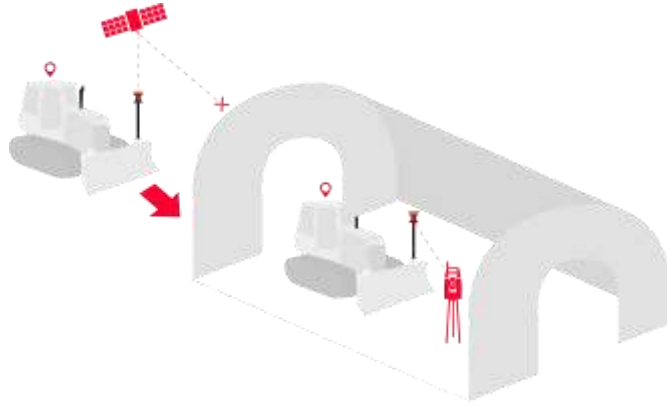


Рисунок 4 – Профілі позиціонування

Хмарні технології разом з професійним ГІС-обладнанням спрощують процес збору і обробки географічних даних, а створення і публікацію веб-карт доступним для всіх користувачів. Ця технологія викристалізувалася на досвіді багатьох компаній США і Європи, а тому реалізація цієї технології на дорожньо-будівельних машинах в Україні - справа часу.

Література:

1. Kahmen H., G. Retscher. Precise 3-D Navigation of Construction Machine Platforms. in: Papers presented at the 2nd International Workshop on Mobile Mapping Technology, April 21-23, 1999, Bangkok, Thailand, pp. 5A.2.1-5A.2.5.
2. Leica-geosystems. URL: <https://leica-geosystems.com/ru/products/total-stations> (дата звернення 15.11.2022).
3. A. D. Ashkezari, N. Hosseinzadeh, A. C. M. Albadi. Development of an enterprise Geographic Information System (GIS) integrated with smart grid. Sustainable Energy, Grids and Networks. 2018. Vol. 14. pp. 25–34. <https://doi.org/10.1016/j.segan.2018.02.001>.
4. Хмарні технології. URL: <https://ucloud.ua/hmarni-tehnologiyi-shho-cze-take/> (дата звернення 15.11.2022).

ВИБІР CASE-ЗАСОБІВ ДЛЯ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОГО ВЕБ-ПОРТАЛУ

Лавров М.К.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Сучасні CASE-засоби охоплюють велику область підтримки численних технологій проектування інформаційних технологій – від найпростіших засобів аналізу та документування до повномасштабних засобів автоматизації, що покривають весь життєвий цикл інформаційної системи.

Традиційний підхід до вибору одного з кількох запропонованих рішень – оцінка рішень за вартісними характеристиками. Інший поширений підхід – суб'єктивна оцінка особи, відповідальної за прийняття таких рішень. Особа, яка приймає рішення на підставі своїх уподобань або своїх суб'єктивних уявлень. Обидва підходи приведуть до неоптимального вибору, що спричинить неефективне витрачання різних коштів.

Інший, ефективний підхід – це зіставлення поданих рішень за заздалегідь узгодженими критеріями. Цей підхід дозволить обрати науково-обґрунтоване рішення за різними функціональними та вартісними критеріями.

В Україні для моделювання та аналізу бізнес-процесів досить широко використовуються такі засоби: AllFusion Modeling Suite; Rational Rose; ARIS [1].

Розглянемо більш детально характеристики і властивості цих CASE-засобів.

AllFusion Modeling Suite – пакет підтримує всі етапи розробки інформаційних систем. Пакет складається з п'ятих продуктів. Для проведення обстеження організації та синтезу функціональної моделі інформаційної технології використовується продукт «BPwin» [1].

BPwin використовується методологія IDEF. Методологія IDEF є офіційним федеральним стандартом США та представляє собою сукупність методів, правил і процедур, призначених для побудови функціональної моделі об'єкта будь-якої предметної області. Функціональна модель IDEF відбиває функціональну структуру об'єкта, тобто. вироблені їм дії та зв'язки між цими діями. В BPwin підтримується три

стандартні нотації методології IDEF. Нотація IDEF0 використовується для функціонального моделювання. Нотація DFD використовується для моделювання потоків даних. Нотація IDEF3 використовується для моделювання потоків робіт. Використання трьох нотацій дозволяє комплексно описувати предметну область та оптимізувати процедури у організації. BPwin дозволяє полегшити сертифікацію на відповідність стандартам якості ISO9000. BPwin має графічний зрозумілий інтерфейс широкий набір засобів документування моделей, проектів, містить власний генератор звітів; дозволяє ефективно маніпулювати моделями - зливати та розщеплювати їх [1].

CASe-засіб Rational Rose є продуктом компанії IBM, входить до складу пакету IBM Rational Suite та призначений для моделювання програмних систем з використанням широкого кола інструментальних засобів та платформ. Rational Rose є одним з провідних інструментів візуального моделювання в програмній індустрії завдяки повноцінній підтримці мови UML та багатомовній підтримці командної розробки. Інструмент повністю підтримує компонентно-орієнтований процес синтезу інформаційної системи. Засіб Rational Rose дає можливість детально описати та проаналізувати бізнес-процеси даної предметної галузі. Для аналітиків, що спеціалізуються в галузі розробки баз даних, Rational Rose дає можливість візуально проектувати та генерувати бази даних будь-якого розміру [1].

Система ARIS є комплексом засобів аналізу та моделювання діяльності підприємства. Методичну основу ARIS складає сукупність різних методів моделювання, які відбивають різні погляди досліджувану систему. Одна і та ж модель може розроблятися з використанням кількох методів, що дозволяє використовувати ARIS спеціалістам з різними теоретичними знаннями та налаштовувати його на роботу із системами, що мають свою специфіку. ARIS підтримує чотири типи моделей, що відображають різні аспекти системи, що досліджується. Функціональні моделі, що містять ієрархію цілей, що стоять перед апаратом управління, із сукупністю дерев функцій, необхідних досягнення поставлених цілей. Інформаційні моделі, що відбивають структуру інформації, яка потрібна на реалізацію всієї сукупності функцій системи. Для побудови різних типів моделей використовуються як власні методи

модельовання ARIS, так і різні відомі методи та мови модельовання, зокрема ER та UML [2].

Проведений аналіз переваг та недоліків, представлених CASE-засобами, дозволило розробити структурну модель вибору ефективного CASE-засобу (рис. 1).

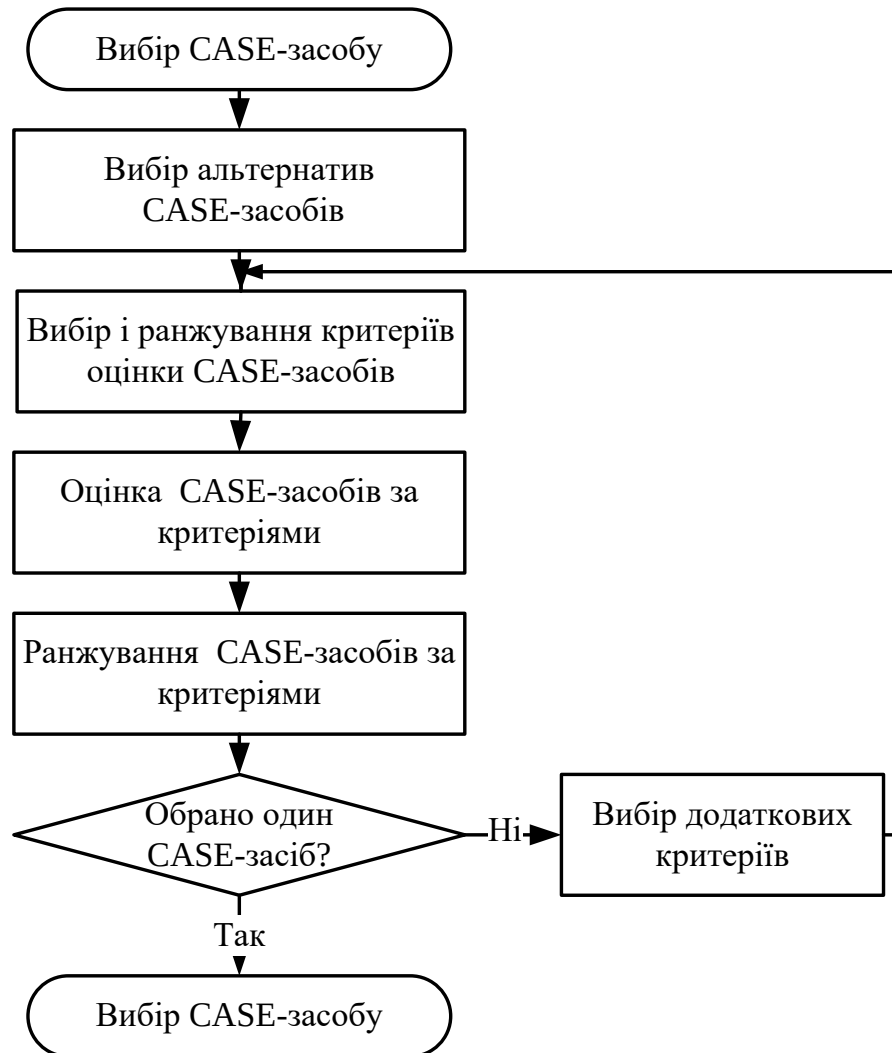


Рисунок 1 – Структурна модель вибору ефективного CASE-засобу

Розглянемо приклад вибору CASE-засобів на основі якісних показників. Для прийняття рішення будемо використовувати експертні методи прийняття рішення [2].

У таблиці 1 наводиться порівняння функціональних можливостей та властивостей CASE-засобів, які можуть бути використані для розробки функціональної моделі технології оцінки якості інформаційного веб-порталу.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз CASE-засобів

Критерії	AllFusion Modeling Suite (BPwin)	Rational Rose	ARIS
Стандарт	IDEF0, IDEF3, DFD, IDEF1x	UML	eEPS, ERD, UML
Наявність засобів графічного відображення моделі	середня	низька	висока
Зручність роботи по створенню моделей	просто	просто	складно
Інтеграція з іншими CASE-засобами	так	так	частково
Простота освоєння продукту	просто	складно	складно

Відповідно до структурної моделі вибору ефективного CASE-засобу необхідно обрати множину альтернатив: AllFusion Modeling Suite (BPwin), Rational Rose, ARIS. На наступному кроці обирається множина критеріїв. Критерії вибору ефективного CASE-засобу представлені в таблиці 1. Потім необхідно провести ранжування критеріїв, тобто визначити важність кожного критерію. Сума рангів усіх критеріїв повинна дорівнювати одиниці. На наступному кроці альтернативи оцінюються по кожному з критеріїв оцінки. З цією метою кожній альтернативі виставляються бали. Максимальне значення – кількість альтернатив. Мінімальне значення – 0. Потім знаходимо зважену суму вагових коефіцієнтів кожного критерію та значення оцінки по кожній альтернативі – інтегральну експертну оцінку пріоритетності альтернатив. Результати розрахунків представлено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Результати експертного оцінювання CASE-засобів

Критерії	Ранг критерію	AllFusion Modeling Suite (BPwin)	Rational Rose	ARIS
Стандарт	0,15	2	1	3
Наявність засобів графічного відображення моделі	0,15	2	1	3
Зручність роботи по створенню моделей	0,25	2	2	1
Інтеграція з іншими CASE-засобами	0,15	2	2	1
Простота освоєння продукту	0,3	2	1	1
Інтегральний показник	1	2	1,4	1,6

За результатами розрахунків обрано CASE-засіб AllFusion Modeling Suite (BPwin), який має максимальний інтегральний показник.

Література:

1. И. А. Летюка, «Анализ функциональных возможностей CASE-средств для проектирования информационных систем», Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2011, №4, с.29-32.
2. Управління проектами: навчальний посібник [для студ. виш. навч. закл.] / Нефьодов Л.І., Петренко Ю.А., Кривенко С.А., та ін. – Харків: ХНАДУ, 2004. – 200с.

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПРОЦЕС ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ГОТОВОГО ВІДБИТКУ ПРИ ЦИФРОВОМУ ДРУЦІ НА НЕВСОТУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛАХ

Марчук І. В., Золотухіна К. І.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», Київ*

Визначення основних факторів впливу на процес отримання відбитку є важливим завданням для подальшого прогнозування якості отриманого результату та забезпечення виготовлення стабільної продукції впродовж друкування накладу.

Технологічне середовище процесу друкування складається із сукупності факторів, що чинять вплив на процес закріплення відбитку, всіх задіяних елементів (матеріали, обладнання, персонал, тощо) та власне отриманого результату – якісної продукції (рис. 1) .

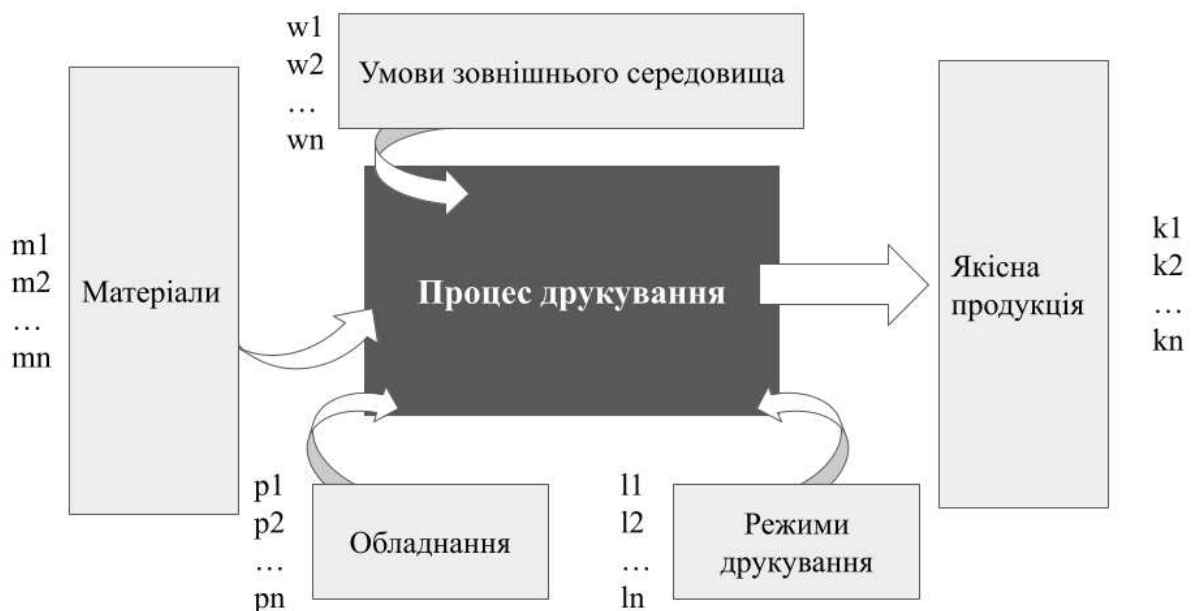


Рисунок 1 – Схема технологічного середовища процесу друкування
Можна виділити наступні фактори впливу на процес друкування:

- характеристики матеріалів, що використовуються. Сюди можна віднести фарбу, задруковуваний матеріал та за необхідності додаткові речовини для обробки поверхні матеріалу, що задруковується. $m_1, m_2, \dots, m_n$ – набір параметрів, що характеризують обрані матеріали;
- експлуатаційні параметри обладнання ($p_1, p_2, \dots, p_n$);
- показники, що характеризують умови навколишнього середовища, в якому здійснюється процес друкування ($w_1, w_2, \dots, w_n$);
- налаштовані параметри режиму друкування ($l_1, l_2, \dots, l_n$);

На рисунку 2 наведено приклади параметрів впливу на показники якості отримуваної продукції в результаті процесу друкування.



Рисунок 2 – Фактори, що впливають на показники якості задрукованої продукції

На етапі прогнозування якості важливо визначити також показники якості отримуваної продукції, за якими вона буде оцінюватися.

Для отримуваних відбитків методом цифрового друку можна розглянути наступні одиничні показники якості:

- відповідність друкарського відбитку оригінал макету (колірні відмінності ΔE , оптична густина відбитку);
- ефективність технологічного процесу (собівартість готової продукції, трудомісткість процесів, наявність відбракованої продукції);
- закріплення фарб на відбитку (товщина фарбового шару, час закріплення).

На рис. 3 наведено показники якості, відповідно методи та інструменти для їх визначення.

ПОКАЗНИК ЯКОСТІ	МЕТОДИ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ	ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ
Різниця кольору	Вимірювання оптичних та спектральних характеристик, розрахунок показника відхилення	Спектрофотометр, денситометр
Трудомісткість процесів	Моделювання та розрахунок параметрів	Формули для розрахунку трудомісткості
Собівартість продукції	Моделювання та розрахунок необхідних показників	Формули для розрахунку собівартості
Товщина фарбового шару	Вимірювання товщини	Товщиномір
Наявність чорнишів	Візуальний огляд продукції	Візуальне виявлення, лупа, мікроскоп
Час закріплення	Проведення експерименту на тривалість закріплення відбитку	Секундомір

Рисунок 3 – Методи визначення запропонованих показників якості

Отже, на етапі планування виробництва друкованої продукції важливо враховувати характеристики всіх елементів технологічного середовища для правильно прогнозування показників якості. Також потрібно чітко формувати відповідні критерії та показники якості. А визначення залежностей між характеристиками технологічного середовища та показниками якості отриманих відбитків є важливим науковим завданням для своєчасного та достовірного прогнозування якості поліграфічної продукції.

Література:

1. Пашуля П.Л. Основи метрології, стандартизації і сертифікації. Якість у поліграфії: Навч. Посібник. – К.: ІЗМН, 1997. – 288с
2. Т. В. Розум, Я. В. Зоренко, К. І. Савченко, В. М. Скиба. Концептуальні засади контролю на виробництві // Поліграфія і видавнича справа, 2012 / 1 (57). – С. 90-95.
3. Гавенко С. Оцінка якості поліграфічної продукції : навч. посібник / С. Гавенко. – Львів : Афіша, 2000. – 118 с.
4. Золотухіна К. І. Стабілізація параметрів відбитків у технологіях друкування на пористих і невсотувальних матеріалах [Текст] : монографія / К. І. Золотухіна, О. М. Величко.; за заг. ред. О. М. Величко. – К.: ВПК «Політехніка», 2016. – 160 с. ISBN 978-966-622-796-9
5. Нікольська Е. В. Аналіз і діагностика фінансово-господарської діяльності поліграфічних підприємств. Підручник. - М.: Изд-во МГУП. - 351 с., 2002

УДК 681.321

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ВЕДЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

Нікончук В. О., Піскачова І.В.

Державний біотехнологічний університет, Харків

Раніше сільське господарство не було привабливим для інвесторів, у зв'язку з довгим виробничим циклом, схильним до природних ризиків і великих втрат урожаю при вирощуванні, збиранні, зберіганні та переробці, неможливістю автоматизації виробничих процесів. Зараз деякі фермери почали використовувати інформаційні технології (ІТ) для моніторингу сільськогосподарських культур, худоби та різних елементів сільськогосподарського процесу, а також при виробництві сільгосппродукції.

Завдяки об'єднанню сільськогосподарчих об'єктів у єдину мережу, обміну та управлінню даними на основі інтернету речей, збільшеній продуктивній потужності комп'ютерів, розвитку програмного забезпечення (ПЗ) та хмарних платформ стало можливим автоматизувати максимальну кількість сільськогосподарських процесів за рахунок створення цифрової моделі всього циклу виробництва, і з високою точністю планувати графік робіт, собівартість виробництва та прибуток.

Складні інформаційні системи, до яких належать автоматизовані інформаційні системи (АІС) ведення сільськогосподарського виробництва потребують забезпечення високої їх надійності. Безпека функціонування таких систем забезпечується, найчастіше, за рахунок надмірності (резервування) на апаратному рівні, що досягається шляхом використання декількох каналів обробки інформації, а також надмірності програмного забезпечення.

Найбільш дієвим для підвищення надійності АІС є застосування резервування апаратних засобів (АЗ) [4-8] і принципу N-версійного програмування, запропонованого в роботах Авіженіса [1] і розвиненого потім Б. Літтлвудом [2], А. Романовським, П. Поповим та Л. Стріжені [3], В. Харченко [4-7] та ін.

Метою досліджень є аналіз деяких методів підвищення надійності АІС на стадії їх розробки, виробництва та експлуатації для можливого використання їх для АІС ведення сільськогосподарського виробництва.

Як показує досвід, розробка, виробництво та експлуатація АІС може бути представлена узагальненою моделлю (рис. 1), яка показує, що АЗ та ПЗ розробляються паралельно, та після проходять комплексну оцінку та налагодження вже АЗ та ПЗ сумісно. Тому, підвищення надійності АІС складається з підвищення надійності як АЗ, так й ПЗ.



Рисунок 1 - Модель процесу розробки АІС

Приведемо деякі з існуючих методів підвищення надійності АІС.

Логіка з переплетенням – надмірна логічна схема, де помилки в одному шарі коректуються в цьому ж або наступному шарі логічних елементів. Найчастіше

зустрічається збільшена учетверо логіка здатна виправити одноразові помилки і частину помилок вищої кратності [7].

Дублювання. В основу побудови дубльованих АІС встановлені наступні принципи: модульність, швидкий прояв несправності, незалежність відмов, надмірність і методи тестування статичних і динамічних відмов пам'яті, що гарантує виявлення будь-яких типів несправностей.

Метод надмірного кодування з виявленням і виправленням помилки [10]. Загальна структура системи, в якій надійність забезпечується даним методом, включає кодуючий пристрій на вході і декодуючий пристрій на виході, яке при відомих спотвореннях інформації може її відновити.

Метод пасивного резервування дозволяє виправляти помилки без підключення нових резервних вузлів, а тільки за рахунок тих, які із самого початку беруть участь в роботі нарівні з іншими і набув найбільше поширення в невідновлюваних АІС. В основі методу пасивного резервування лежать два основні принципи: передача і обробка інформації по декількох паралельно працюючих каналах замість одного, при цьому помилки статистично незалежні; використання спеціальних засобів і процедур для відновлення правильної інформації на рівні окремих частин і надмірної системи в цілому, щоб виключити розповсюдження помилок по структурі [8].

Методи виявлення помилок базуються на введенні в ПЗ системи різних видів надмірності [2, 3, 7, 8]:

1. Часова надмірність. Використовування частини продуктивності АІС для контролю виконання і відновлення працездатності ПЗ після збою. Для діагностики спотворень і операцій відновлення потрібен невеликий інтервал часу, який виділяється або за рахунок резерву, або за рахунок скорочення часу рішення функціональних задач. В МСУ реального часу, які не обслуговуються, такий спосіб програмної надмірності не бажаний через втрату швидкості функціонування.

2. Інформаційна надмірність. Дублювання частини даних інформаційної системи для забезпечення надійності і контролю достовірності даних, оброблюваних АІС. Інформаційна надмірність може сприяти не тільки виявленню спотворень даних, але і

усуненню помилок. Для цього дані захищають двох - триразовим дублюванням з відповідним контролем збереження і періодичності оновлення.

Засоби забезпечення надійності, які використовують інформаційну надмірність: механізми перевірки значень контрольних сум записів системи, забезпечують виявлення всіх несанкціонованих модифікацій (помилки, збоїв) інформації; засоби автоматичного резервного копіювання і відновлення даних забезпечують створення копії даних, яка може бути використана у разі аварійного збою апаратури локальної і обчислювальної мережі і переходу на локальний режим роботи і назад та ін.

3. Програмна надмірність: компоненти системи проектуються, виходячи з припущення, що інші компоненти і вхідні дані містять помилки, і повинні намагатися їх знайти; негайне виявлення і реєстрацію помилок; виконання однакових функцій різними модулями системи і зіставлення результатів обробки; контроль і відновлення даних з використанням інших видів надмірності. Програмна надмірність полягає в застосуванні декількох варіантів програм, що розрізняються методами рішення деякої задачі або програмної реалізації одного і того ж методу, що дозволяє поліпшити надійність ПЗ як за рахунок підвищення рівня її правильності при розробці, так і за рахунок підвищення стійкості функціонування при експлуатації.

Для підвищення надійності АІС крім резервування АЗ із застосуванням засобів контролю і діагностики, застосовують резервування ПЗ (незалежна розробка, введення і супровід двох і більш варіантів (версій) програм, що виконують одні і ті ж функції). При функціонуванні вихідні дані цих варіантів порівнюються в автоматичному режимі і здійснюється відповідний вибір результатів [5,7,8]. Таке програмування одержало назву багатоверсійного.

Представлений у роботі аналіз деяких методів підвищення надійності систем керування показав, що висока надійність АІС ведення сільськогосподарського виробництва повинна підтримуватися введенням надлишкових каналів АЗ (резервуванням), засобів контролю, діагностування та реконфігурації. В результаті аналізу літератури було зроблено висновок, що для підвищення надійності АІС ведення сільськогосподарського виробництва доцільно застосовувати резервування АЗ, а також метод багатоверсійності (кілька варіантів одних і тих самих ПЗ), який

може бути реалізований, як на етапі створення, так і на етапі експлуатації АІС. Порівняння результатів роботи різних версій ПЗ дозволяють своєчасно виявляти дефекти проектування. В експлуатацію може передаватися одна з версій або кілька версій ПЗ.

Література:

1. Avizienis A., Lapkie J.-c. Dependability Computing: From Concepts to Design Diversity // Proceeding of the IEEE. – 1986. – 5, № 5. – P. 629-638.
2. Bev Littlewood, Peter T. Popov, Lorenzo Strigini, and Nick Shryane. Modelling the effects of combining diverse software fault detection techniques. IEEE Transactions on Software Engineering, 26(12):1157–1167, December 2000.
3. Popov, P., Strigini, L. and Romanovsky, A., "Diversity for off-the-Shelf Components", International Conference on Dependable Systems & Networks (FTCS-30, DCCA-8) - Fast Abstracts, New York, NY, USA, 2000, pp. B60-B61, 2000.
4. Харченко, В. С. Безопасность критических инфраструктур: математические методы анализа и обеспечения [Текст] / В. С. Харченко. Министерство образования и науки Украины, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», 2011. 641 с.
5. Kharchenko, V. S. Dependable Systems and Multi-Version Computing: Aspects of Evolution [Text] / V.S. Kharchenko // Radio Electronic and Computer Systems. 2009. № 7 (41). P. 46-60.
6. Колісник, М. О. Надійність програмних засобів мікропроцесорних пристроїв управління систем телекомунікації: Навч. Посібник. [Текст] / М. О. Колісник, І. В. Піскачова. Харків: УкрДАЗТ, 2012. 167 с.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН

Плугіна Т.В., Анахін Г.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Специфіка сучасних дорожньо-будівельних робіт передбачає оцінку робочого процесу та прогноз поведінки машини в штатному режимі. Особливістю інтелектуальних систем є здатність до планування поведінки, адаптації й навчання. Тобто задачу ефективного супроводу дорожньої машини, рішення якої перекладається на інтелект самої машини, вирішує елементна база системи управління. Реалізація інтелектуальних систем свідчить про їхню перспективність в галузі дорожньо-будівельних робіт [1].

Сучасні машини обладнані системами контролю за всіма експлуатаційними характеристиками. Це дозволяє домогтися максимальної ефективності й продуктивності в незалежності від постійно мінливих умов експлуатації. Більшість сучасних дорожніх машин оснащені комплексними системами обробки інформації складної структури, які стежать за станом двигуна, тягової батареї, трансмісії, робочими органами, а також захистом від можливих помилкових дій оператора [2]. Роботу машини координують інтелектуальні сенсори із системами глобального позиціонування, супутникові навігаційні системи (СНС). Пристрої для підвищення продуктивності роботи логічно представити як СНС-інтенсифікатори.

Інтенсифікація робочих процесів взаємодії робочих органів з ґрунтовим середовищем розглядається за рахунок скорочення довжини робочого циклу (копання, планувальні роботи, розробка кар'єрів і т.п.) шляхом усунення протиріч між швидкістю роботи оператора і швидкістю обробки інформації системою із СНС-інтенсифікатором.

На практиці компанії Topcon, Trimble, Inc.; Hemisphere GNSS, Inc.; Leica Geosystems AG (Hexagon); Системи позиціонування EOS; MOBA Mobile Automation AG; RIB Software AG впевнено впроваджують нову елементну базу в

системи машинного контролю [3]. Але лідером на Європейському ринку машинобудівництва стала Leica Geosystems.



Рисунок 1 – Система універсального машинного контролю Leica MC1200

На рисунку 1 представлено систему універсального машинного контролю від компанії Leica MC1200. Особливість елементної бази – її можна встановлювати на різні технологічні машини (грейдери, бульдозери та асфальтоукладальники). Ефект у безперервному рішенні на повному парку машин, висока швидкість обміну інформації GPS -інтенсифікаторів та проміжних модулів, спрощене технічне обслуговування [3].

MC1200 включає функцію самодіагностики: дає чітку індикацію несправних компонентів і відображає на панелі характер несправності та пошкоджені частини, що робить діагностику помилок набагато зручнішою для користувача; стає засобом усунення несправностей на місці, що скорочує час простою; навчає операторів надавати важливу інформацію про проблеми.

Інтелектуальне меню користувача: надає команди керування та повідомлення, що відображаються на панелі; підтримка прийняття рішень операторів дозволяє уникнути помилок і зменшити випадкове використання; підвищує стабільність системи та забезпечує безперервний робочий процес; може зберегти до трьох мов, де англійська та німецька є фіксованими, а третя обирається.

Системи універсального машинного контролю використовують технологію шини CAN (Controller Area Network) для підключення всіх компонентів (рис. 2) [4]. CAN шина для підключення компонентів має ефект: короткі кабельні шляхи між компонентами, це спрощує установку; передача даних у режимі реального часу забезпечує надійність і швидкість; немає помилок, викликаних падінням напруги;

кілька операцій завдяки мережевому зв'язку; висока гнучкість означає відсутність проблем з майбутнім розширенням системи; кращий аналіз помилок; працездатність при несправності частини мережі; захист від перешкод; дозволяє зберігати резервні копії налаштувань і калібрування.



Рисунок 2 - CAN шина для підключення компонентів

МС1200 має оптимальний фільтр і налаштування для датчиків нахилу та повороту (рис. 3).



Рисунок 3 - Фільтр для датчиків нахилу та повороту

Використання цих сучасних компонентів забезпечує: усунення впливу сили прискорення (прискорення/затримка машини, обертання леза); усунення впливу ударів на лезо; компенсацію датчиків при різких рухах леза; забезпечує швидке, але плавне керування; забезпечує однорідність поверхні.

Датчики нахилу (поперечного та основного нахилу) здатні працювати на схилах до 100 %, тобто 45°, грейдери та бульдозери можуть працювати навіть на крутих насипах, узбіччях тощо.

МС1200 працює з різними гідравлічними системами (рис. 4), це означає, що є можливість перейти на нову систему керування при збереженні дорогих гідравлічних компонентів. Низька затримка гідроблока означає високу продуктивність і швидку реакцію (миттєва реакція на корекцію леза, відсутність хвиль або сходинок на поверхні).



Рисунок 4 - МС1200 із різними гідравлічною системою

В МС1200 два однакові датчики можуть мати різні налаштування (рис.5).



Рисунок 5 – Датчики МС1200

Налаштування нахилу, лазера або ультразвуку зберігаються та викликаються щоразу, коли датчик підключено. Система дозволяє використовувати правий датчик відповідно до програми та легко перемикається між програмами, наприклад перемикається від зондування струни до лазерної площини або звукового датчика від лівого краю до правого краю. Це ідеально підходить для машин з різними швидкостями гідравлічного контуру, таких як бульдозери. Такі можливості дозволяють відкалібрувати обидва контури для оптимальної продуктивності.

Сукупність сучасних сенсорів, проміжних модулів контролю, GPS - інтенсифікаторів дозволяє здійснити передачу керованих даних в блок управління і безперервно оновлювати дані про хід робочого процесу. Такі системи потребують багато обчислювальних ресурсів для обробки великих масивів різнотипних даних, але дозволяють у комплексі проводити обробку та розподіл інформації про стан об'єкту моніторингу.

Література:

1. Шишацький А. В. Розвиток інтегрованих систем зв'язку та передачі даних для потреб Збройних Сил. // Науково-технічний журнал "Озброєння та військова техніка". 2015. № 1(5). С. 35 –40.
2. Kahmen H., G. Retscher. Precise 3-D Navigation of Construction Machine Platforms. in: Papers presented at the 2nd International Workshop on Mobile Mapping Technology, April 21-23, 1999, Bangkok, Thailand, pp. 5A.2.1-5A.2.5.
3. Leica-geosystems. URL: [https:// leica-geosystems.com/ru/products/total-stations](https://leica-geosystems.com/ru/products/total-stations) (дата звернення 15.11.2022)
4. S. Wang, Y. Zhong, E. Wang. An integrated GIS platform architecture for spatiotemporal big data. Future Generation Computer Systems. 2019. Vol. 94. pp. 160–172. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.10.034>

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ МЕМС-АКСЕЛЕРОМЕТРІВ

Прінь К. В., Безкоровайний В. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

Однією з ключових технологій при створенні та виготовленні багатьох сучасних електронних пристроїв вважається технологія мікроелектромеханічних систем (MEMS – Micro-Electro Mechanical Systems). Такі системи утворюються шляхом комбінування механічних елементів, електроніки та датчиків, причому усі елементи можуть бути реалізовані у вигляді єдиного виробу [1]. Виготовлення МЕМС-акселерометра являє собою складний технологічний процес (ТП), під час якого повинні бути витримані усі вимоги забезпечення його функціональних параметрів. Такий процес може складатися з десятків окремих операцій, є багатоваріантним та оцінюється за множиною показників якості [2-3]. Оскільки ТП виготовлення МЕМС-акселерометрів у своїй більшості є складними динамічними об'єктами, в яких взаємодіють технологічне обладнання, засоби контролю та керування, допоміжні та транспортні пристрої тощо, то робота не з самим процесом, а його моделлю дає можливість швидше дослідити його властивості та поведінку [4].

Технологічні процеси виготовлення МЕМС-акселерометрів у загальному випадку зручно подавати як СМО (системи масового обслуговування) $Q = \langle W, U, H, Z, R, A \rangle$ (де W – вхідні потоки заготовок; U – час виконання операцій; H – ємності накопичувачів для деталей і заготівок; Z – множина станів системи, що визначає зайнятість обладнання, черг та накопичувачів; R – схема ТП; A – алгоритм ТП) (рис. 1) [5]. Найпростіші ТП досліджуються з використанням аналітичних моделей теорії масового обслуговування. Для аналізу більш складних процесів, які подаються як багатоканальні багатофазні СМО, використовується імітаційне статистичне моделювання.

Елементами Q -схеми є: D – джерела, що відображають надходження заготовок; K – канали обслуговування, які відображають обладнання, що виконує технологічні

операції; черги перед каналами, що можуть утворюватися внаслідок розбіжності у часі виконання окремих операцій.

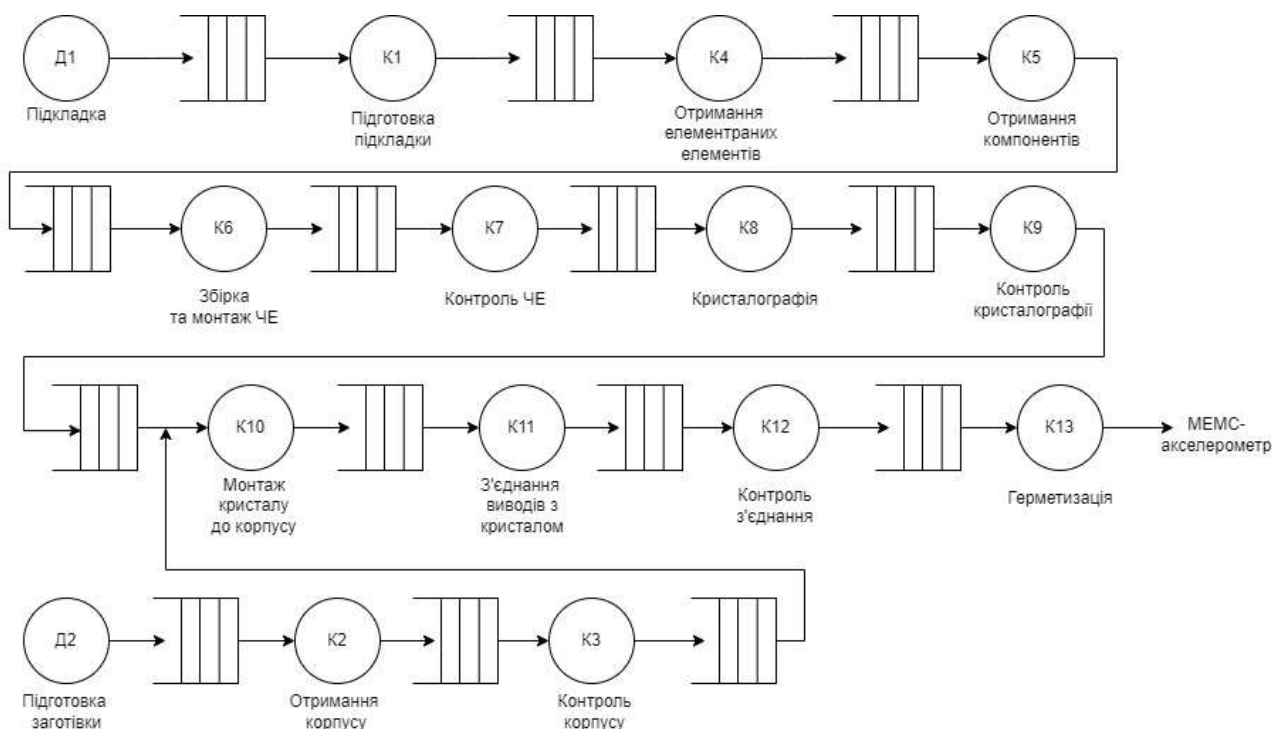


Рисунок 1 – Q-схема ТП виготовлення MEMC-акселерометрів [5]

Для визначення ймовірісно-часових характеристик процесу попередньо встановлюють види та параметри законів розподілу вхідних потоків заготовок W і часу виконання технологічних операцій U та ємності накопичувачів для деталей і заготовок H .

Похибка ε результатів статистичного моделювання ТП виготовлення MEMC-акселерометрів визначається точністю вхідних даних і кількістю реалізацій моделювального алгоритму N . Для забезпечення стійкості оцінок ймовірності простою технологічного обладнання p будемо обчислювати на основі певної кількості експериментів (зібраних акселерометрів чи прогонів алгоритму) N . Як достовірність оцінок пропонується використовувати ймовірність α того, що похибка результатів ε не перевищить задане значення ε^* . Як оцінку ймовірності використаємо частоту появи події простою обладнання. Тоді відомо, що похибка ε оцінки ймовірності простою обладнання ТП p після проведення N експериментів

складатиме $\varepsilon = t_{\alpha} \sqrt{p(1-p)/N}$ (t_{α} – табличний параметр, значення якого визначається заданою достовірністю результатів). Для забезпечення заданої точності результатів ε^* необхідно провести $N = t_{\alpha}^2 p(1-p) / \varepsilon^2$ експериментів.

Розроблена імітаційна модель дозволить підвищити точність аналітичних оцінок імовірності простою обладнання ТП за рахунок використання інформації про закони розподілу вхідних потоків і часу виконання технологічних операцій. Напрямок подальших досліджень може бути інтеграція запропонованої моделі в технології оптимізації ТП виготовлення МЕМС-акселерометрів в задачах їх проектування та реінжинірингу.

Література:

1. Accelerometers: Taking the Guesswork out of Accelerometer Selection. [Онлайн]. Доступно: <https://blog.endaq.com/accelerometer-selection>.
2. V. Beskorovainyi, L. Petryshyn and O. Shevchenko, "Specific subset effective option in technology design decisions", Applied Aspects of Information Technology, Vol. 3., No.1, pp. 443-455, 2020.
3. V. Beskorovainyi, "Combined method of ranking options in project decision support systems", Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, No 4 (14), pp. 13-20, 2020.
4. Опис технологічного процесу. [Он-лайн]. Доступно: <https://sterbrust.tech/tehnologii/tekhnologicheskijj-process.html>.
5. І. Ш. Невлюдов, Г. В. Пономарьова та В. О. Бортнікова, «Імітаційна модель технологічного процесу виготовлення мікроелектромеханічних акселерометрів», Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки, №1, т. 29 (68), ч. 1, с. 210-216, 2018.

ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗКОНТАКТНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТОРГІВЕЛЬНО -СКЛАДСЬКИХ ЗАДАЧ

Сезонова І.К., Самсонова С.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

Ідентифікація — це встановлення характеру та призначення виробу на основі одержання комплексу впорядкованої інформації, яка використовується для з'ясування всіх наявних характеристик, що визначають унікальність. Безконтактна ідентифікація – це ідентифікація та (або) прямий збір даних до комп'ютера без використання клавіатури.

Технології безконтактної ідентифікації — це технічні засоби, організаційні заходи, послідовність дій, що забезпечують безконтактну ідентифікацію. Технології безконтактної ідентифікації найбільш повно відповідають усім вимогам комп'ютерної системи управління, де необхідні розпізнавання й реєстрація об'єктів і прав у режимі реального часу.

Найширше застосовуються знаходять такі технології:

- карткові;
- біометричні;
- штрихового кодування;
- радіочастотної ідентифікації.

Коротко розглянемо їхні особливості. Так, карткові технології поділяються на три класи:

- 1) технології на основі магнітної стрічки;
- 2) смарт-карти;
- 3) оптичні карти.

Біометричні технології являють собою сукупність автоматизованих методів та засобів ідентифікації особистості способом вимірювання унікальних фізіологічних особливостей або поведінкових характеристик та їх порівняння з еталонами, що зберігаються у відповідних БД.

Завдання, вирішувані з участю біометричних систем:

- визначення прав фізичного доступу;
- визначення прав віртуального доступу — у терміналах комп'ютерних або банківських мереж, системах дистанційного доступу до ресурсів;
- облік і контроль доступу.

Основною перевагою біометричних систем є простота інтерфейсу взаємодії із клієнтом. Основною проблемою біометрії є питання про надійність. У понятті «надійність біометричної системи» заведено виділяти три важливі аспекти. Перший аспект — ідентифікація, що виконується біометричними пристроями, має ймовірнісний характер, оскільки умови сканування щоразу дещо різняться, а частини тіла або поведінкові рефлексії клієнта, які скануються, також не цілком постійні. Отже, можна судити не про точний збіг вимірювання зі зразком, а лише про міру збігу. Тому всі біометричні пристрої характеризуються параметрами: «імовірність невизнання свого» (тобто ймовірність не ідентифікувати зареєстрованого користувача системи) і «імовірність визнання своїм чужого» (тобто ймовірність помилкового ототожнення стороннього з легальним користувачем). Другий аспект — захищеність систем від свідомого обману та здатність протистояти спробам симулювати об'єкт біометричного сканування. Третій аспект — захист зібраної біометричної інформації від несанкціонованого використання. Будь-який біокод, на відміну від безособового коду-пароля, практично завжди вміщує набагато більше інформації, ніж це потрібно пристрою перевірки. Наприклад, малюнок райдужної оболонки може повідомити фахівцеві важливу інформацію щодо стану людини, її вроджених або надбаних властивостей, у тому числі хвороб. Нині існує безліч біометричних методів, які поділяються на статичні та динамічні.

Статичні методи ґрунтуються на фізіологічній (статичній) характеристиці людини, тобто унікальній характеристиці, даній їй від народження й невід'ємній від неї; і нерідко такої, яку можуть вільно спостерігати інші. У рамках реалізації статичних методів аналізують відбиток пальця, геометрію особи, геометрію п'ясті руки тощо. Динамічні методи базовані на характеристиці поведінки людини, тобто побудовані на особливостях, характерних для підсвідомих рухів у процесі відтворення

будь-якої дії. Їх реалізують біометричні пристрої та програмні засоби, призначені для аналізу динамічних образів особистості.

Технологія штрихового кодування (Bar Code Technologies) є на сьогодні найвідомішою технологією безконтактної ідентифікації. Відповідно до неї для ефективного обліку переміщення матеріальних цінностей кожному товару присвоюють унікальний код та забезпечують його швидке зчитування з мінімальними помилками. Штриховий код — це послідовність темних смуг (штрихів) та проміжків між ними (пробілів), що відображують машинний код у двійковій системі.

У штрихових кодів існує безліч різних кодувань. Кожне з них має власні правила для зображення символу, тобто написання, порядок слів, розділові знаки, вимоги для друку й декодування, перевірки помилок й інші характеристики. Такі види кодування різняться як за поданням даних, так і за типами даних, що їх вони можуть містити: деякі кодують тільки цифри, інші — цифри, букви й деякі розділові знаки.

Двовимірні штрихові коди розроблені для збільшення кількості кодованої інформації. Максимальна кількість символів у двовимірних кодах становить близько 4000 символів. Двовимірні штрихові коди поділяються на два основні види: багаторядні (multi-row code) та матричні (matrix code). Багаторядні штрих-коди складаються з кількох рядків лінійних кодів та мають прямокутну форму. У лінійних кодах звичайно міститься інформація, яка визначає ключ запису в зовнішній БД. Багаторядні дозволяють закодувати інформацію про об'єкт у повному обсязі, а також застосувати до даних різні механізми стискування. Прикладами таких кодів є PDF 417, MaxiCode, Codablock-F, DataStrip Code та ін.

Матричні штрих-коди базовані на розміщенні однакових темних елементів усередині матриці. Вони забезпечують максимально можливу щільність інформації. Для зчитування використовують оптичні сканери із вбудованими декодерами. Їхньою особливістю є те, що коди можуть бути не тільки надруковані на етикетках, а також вигравірувані або штамповані на металі або інших матеріалах. Прикладами таких кодів є Data Matrix, Aztec Code, QR Code, Snowflake Code та ін.

У теперішній час дедалі ширше застосовується ще одна сім'я кодів — так звані композитні символіки (Composite Symbologies). Композитна символіка складається з двох частин: лінійного символу й надрукованого над ним двовимірного компонента. У цій сім'ї два коди розташовуються на фіксованій відстані один від одного і містять взаємозалежну інформацію. Вони призначені для завдань, в яких у різні моменти часу потрібні різні види інформації про кодований об'єкт. Відмітною рисою композитної символіки є використання лінійного символу як посилання (ключової інформації) для двовимірного компонента. Це дозволяє суттєво скоротити площу двовимірного компонента.

Технологія сканування штрихових кодів забезпечує перетворення зображення коду в комп'ютерні дані. Серед зчитувальних пристроїв найпоширеніші ручні «оптичні олівці» — зчитувальні пристрої з нерухомим променем, базовані на світлодіодах; оптичні сканери — зчитувальні пристрої освітлення з рухомим променем і автоматичним скануванням — базовані на приладах із зарядовим зв'язком; лазерні сканери — зчитувальні пристрої з рухомим лазерним променем і автоматичним скануванням.

Зчитувальні пристрої вирізняються також своїми можливостями і способом підключення до комп'ютера. Нині практично всі пристрої, що випускаються, здатні зчитувати найбільш популярні формати кодів, включаючи EAN-13 (EAN-8), UPC A, UPC E, ITF, Code 39, ISBN. В процесі зчитування вони автоматично розшифровують код, перевіряють його коректність і можуть різними способами модифікувати код (наприклад, здійснювати перекодування з одного формату в інший). Як результат — видають рядок символів, які являють штрих-код у зрозумілій людині формі.

За способом підключення сканери поділяються на ті, що підключаються в СОМ-порт комп'ютера, і на ті, що підключаються в порт клавіатури. В останньому разі сканер імітує роботу клавіатури, через що до рядка зі зчитаним штрих-кодом треба додавати спеціальні символи, у разі коли необхідно відрізнити введення штрих-коду від простого набору на клавіатурі. На сьогодні існує понад 50 систем штрихового кодування. У Америці в 1973 р. з'явився універсальний товарний код (UPC — Universal Product Code) для використання в промисловості й торгівлі (рис. 11, а, б). У

Західній Європі для ідентифікації споживчих товарів з 1977 р. стала застосовуватися аналогічна система з назвою європейський артикул (European Article Numbering — EAN). Європейська система кодування є різновидом UPC. Код EAN являє собою набір цифр від 0 до 9.

Усе кодове позначення може бути виражене вісьмома (EAN-8) або тринадцятьма (EAN-13) цифрами. Скорочений символ (EAN8) використовується для маркування товарів малих розмірів. Американський і західноєвропейський коди сумісні. Єдина різниця між ними полягає в тому, що код UPC містить 12 знаків, а EAN — 13. У теперішній час штрихові коди EAN/UPC покладені в основу всесвітньої багатогалузевої комунікаційної системи, створення якої забезпечується двома найбільшими спеціалізованими міжнародними організаціями — «EAN International» і «AIM International». Штриховий код символіки EAN/UPC, репрезентована сім'єю символів EAN-8, EAN-13, UPC A, UPC E, призначений для кодування цифрової інформації і є одним з основних носіїв даних, придатних до машинного зчитування у рамках міжнародної системи EAN/UPC. Технологія радіочастотної ідентифікації (Radio Frequency Identification — RFID) реалізується використанням спеціальних міток, закріплених за об'єктом, — транспондерів, що містять ідентифікаційну та іншу інформацію. Цей метод став основою побудови сучасних безконтактних ІС.

Історія використання RFID для управління ланцюгом поставок у роздрібній торгівлі бере свій початок у 1997 р., коли ця ідея з'явилась у співробітника компанії «Procter&Gamble» Кевіна Ештона. Йому вдалося переконати свою компанію, а також такі великі компанії, як «Walmart», «Coca-Cola», «Johnson&Johnson», «Unilever», «Home Depot», «PepsiCo», що ця ідея має майбутнє. За підтримки цих і багатьох інших компаній, на базі Массачусетського технологічного інституту була створена лабораторія Auto-10 Center по дослідженню питань застосування й розроблення стандартів RFID для управління ланцюгом поставок. Технологія, розроблена нею, була передана «EPCglobal» — організації, яка стала відтоді розвивати стандарти RFID.

Мікросхема RFID передає інформацію в радіодіапазоні на пристрій зчитування або сканер. Традиційні печатні штрих-коди зчитуються лазерним сканером, якому для визначення та вилучення інформації необхідна пряма видимість. У разі використання

RFID-технології сканер може зчитувати інформацію з мітки, навіть якщо вона вбудована в об'єкт або схована під зовнішньою оболонкою. Мітка RFID на основі мікросхеми може містити набагато більше інформації, ніж звичайний штрих-код, і, на відміну від штрих-кодів, передавати дані від різних товарів, що є у візку покупця, на піддоні, або навіть у коробках у закритому контейнері з товарами.

Сфера використання RFID-технологій визначається застосовуваними частотами передавання:

- низькочастотні системи використовують частотний діапазон від 100кГц до 500 кГц, мають низьку швидкість обміну даними, відстань до об'єкта становить від 0,1м до 0,5м. Низькочастотні сигнали можуть проникати крізь будівельні матеріали, тіла людини або тварини;
- системи проміжної частоти працюють у діапазоні від 10МГц до 15МГц,— мають середню швидкість та відстань до об'єкта зчитування;
- високочастотні системи (850-950 МГц та 2,4-5,0 ГГц) використовуються там, де необхідні велика відстань до об'єкта (до 25м) та швидкість зчитування, через те що об'єкти можуть рухатися зі швидкістю до 400км/год, як, наприклад, швидкісна залізниця, автобан.

На сьогодні RFID-технології широко застосовуються. Вони мають забезпечувати:

- електронний контроль доступу;
- управління виробництвом, товарними та митними складами, магазинами;
- видачу та переміщення матеріальних цінностей;
- автоматичний збір даних та, у разі потреби, нарахування— сплати на залізницях, платних автомагістралях, вантажних станціях, терміналах;
- контролювання, планування та управління рухом, інтенсивністю графіка та вибір оптимальних маршрутів автотранспорту;
- управління рухом громадського транспорту та оптимізацію— пасажиропотоків;
- захист та сигналізацію на транспортних засобах.

Описані технології безконтактної ідентифікації використовуються в першу чергу для автоматизації торговельно-складських завдань транспортної логістики. Інтеграція інтермодального управління, залучення комп'ютерів до процесу прийняття рішення, бездротове передавання даних приводять до того, що частина операцій з центру передається на місця, викликаючи справжню революцію у звичних поглядах на логістичний виробничий процес. Комп'ютеризація транспортного сектору ц далі переживає серйозні трансформації у сфері методів і засобів складування (серед яких багато важить передавання інформації в реальному часі або по радіо), дозволяючи точніше управляти такими операціями, як розвантаження/завантаження, ідентифікація, контроль, приймання, зберігання, підготовка лотів, відсилання, автоматизоване оформлення договорів на оренду, рахунків-фактур та ін. Значно скорочують час та спрощують обробку інформації про місцезнаходження, ідентифікацію тощо сучасні термінали збору даних. Термінал збору даних являє собою портативний комп'ютер, оснащений частіше за все сканером штрих-коду або будь-яким іншим пристроєм для швидкої ідентифікації товару, наприклад RFID-зчитувачем. Завдання терміналу збору даних полягає в тому, щоб у будь-який час у будь-якому місці складу швидко визначити характеристики конкретного товару (найменування, кількість відповідно до БД, термін придатності, місце зберігання та ін.) і виконати з ним певні дії — оприбуткування продукції на складі, переміщення, складання замовлення на відвантаження.

Сучасні термінали збору даних дозволяють значно прискорити виконання безлічі торговельно-складських функцій, зменшити чисельність співробітників на складі, скоротити кількість помилок, що виникають за паперового обліку, прискорити процедуру оновлення даних у центральній базі товарів (файли даних просто переміщуються з терміналу збору даних до центрального комп'ютера). Офісне торговельно-складське програмне забезпечення має підтримувати роботу з такими терміналами. Більшість наявних програмних продуктів уже має вбудовані модулі роботи із терміналами збору даних. В іншому разі на терміналах використовують власні вбудовані або розроблені для терміналів програмні продукти задля обміну даними із клієнтським торговельно-складським програмним забезпеченням на рівні

файлів стандартного формату. Виділяють портативно -переносні термінали (Hand-held Computers) та термінали, установлені на внутрішньо-складський транспорт (Vehicle-mount Computers). Для їх зв'язку з центральною системою управління підприємством використовується точка доступу (Wireless Gateway).

Сучасні термінали збору даних ефективно використовуються в кожній ланці логістичного ланцюга під час:

- приймання товару – з метою перевірки відповідності прийнятого товару номенклатури та кількості, зазначеним у накладній;
- переміщення на місце складування (для визначення місця складування) з урахуванням різних параметрів як складу (коефіцієнт завантаженості та ін.), так і товару (терміну придатності, типу пакування та ін.);
- підготовки замовлення на відвантаження або переміщення – для керування діями співробітника з визначення послідовності відбору продукції з полиць та контролю помилок у процесі комплектації замовлень;
- проведення інвентаризації.

Література:

1. Сіренко І. В. Управління матеріальними потоками промислового підприємства на основі логістичного підходу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : спец. 08.06.01 “Економіка підприємства і організація виробництва” / І. В. Сіренко. – Харків, 2012 – 18 с.
2. Іванов Ю. Б. Теоретичні основи конкурентної стратегії підприємства : монографія / Ю. Б. Іванов, О. М. Тищенко, Г. В. Назарова ; [за заг. ред. Ю. Б. Іванова, О. М. Тищенка]. – Харків : ІНЖЕК, 2016. – 192 382 с.
3. Крикавський Є. Логістичне управління : підручник / Є. Крикавський. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2015. – 684 с.

ОПТИМІЗАЦІЯ ТОПОЛОГІЧНИХ СТРУКТУР КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ CALS-СИСТЕМ

Смірнов М. Є., Безкоровайний В. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

Сучасні комп'ютерно-інтегровані виробництва все частіше реалізуються на основі CALS-систем і технологій. Такі системи забезпечують повну інформаційну підтримку життєвого циклу виробу, починаючи з етапу генерації ідеї його створення та закінчуючи його утилізацією. Принципи CALS надають можливість значно зменшити обсяги проектувальних й управлінських робіт і суттєво спростити процеси обміну інформацією щодо виробу між учасниками процесів проектування, виготовлення, супроводу й утилізації продукту [1].

Основу інфраструктури CALS-систем складають комп'ютерні мережі, що реалізують доступ усієї множини користувачів з головними вузлами мереж, в яких зберігається інформація щодо всіх етапів життєвих циклів поточного, перспективного та попередніх продуктів, через проміжні вузли. У залежності від складності системи проміжними вузлами комп'ютерних мереж можуть слугувати локальні сервера, робочі станції окремих підрозділів, точки доступу тощо [2]. Задачі оптимізації топологічних структур комп'ютерних мереж виникають у процесі створення, плануванні розвитку, модернізації чи реінжинірингу CALS-систем. Вони передбачають розв'язання множини багатокритеріальних задач вибору структури, топології, параметрів та технології збору й обміну інформацією в мережі як територіально чи просторово розподіленого об'єкту. З урахуванням того, що множини параметрів обладнання та технологій збору й обміну інформацією в мережі є невеликими, основну складність мають комбінаторні задачі оптимізації їх структур і топології (територіального чи просторового розміщення) елементів [3-4].

У роботі розглядається задача оптимізації топологічних структур централізованих трирівневих комп'ютерних мереж за показником наведених витрат (рис. 1). При цьому вважається, що використовувані елементи й обладнання (комп'ютери, канали зв'язку,

обладнання вузлів) забезпечують задані вимоги щодо оперативності (часу доступу) та надійності всіх можливих варіантів топологічних структур мережі, а вузли мережі утворюються на базі її елементів.

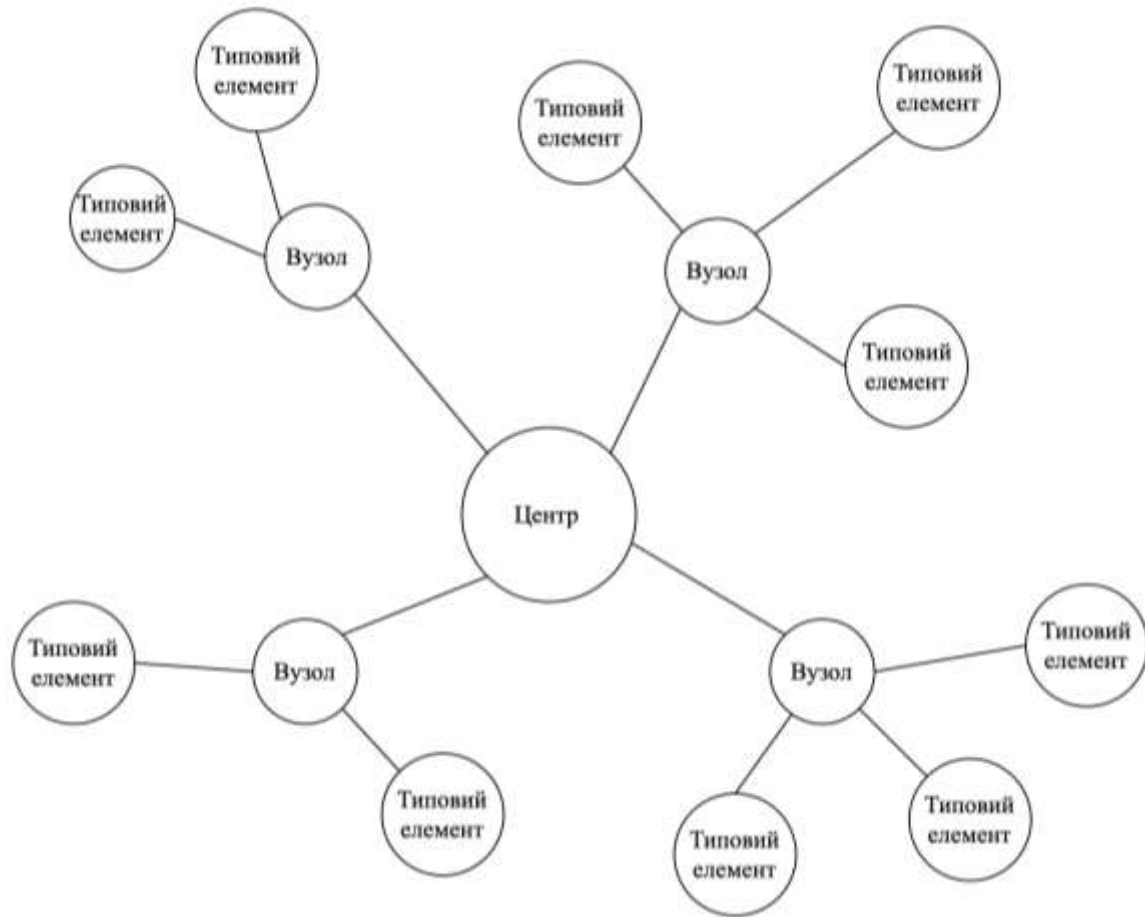


Рисунок 1 –Топологія централізованої трирівневої комп’ютерної мережі CALS-системи

Для заданих місць розміщення елементів необхідно визначити оптимальну кількість вузлів мережі, місця їхнього розташування та схеми зв’язків між елементами, вузлами та центром. Цільова функція задачі оптимізації за показником наведених витрат може бути подана у такому вигляді [5]:

$$C = C_C + \sum_{i=1}^{n_E} (c_U + c_{ic} + c_{ci}) \cdot r_{ii} + c_E \cdot n_E + \sum_{i=1}^{n_E} \sum_{j=1}^{n_E} c_{ij} \cdot r_{ij} \rightarrow \min, \quad (1)$$

де C_C , c_U , c_E – наведені витрати на центральний, проміжний вузли та типовий елемент

мережі; n_E – кількість елементів мережі; c_{ic}, c_{ci}, c_{ij} – наведені витрати на реалізацію зв'язків між i -м вузлом і центром та між i -м та j -м елементами мережі.

Для розв'язання задачі запропоновано використати комбінацію методів метод спрямованого перебору у напрямку збільшення кількості вузлів мережі та покоординатної оптимізації їхнього розміщення.

Алгоритм методу покоординатної оптимізації місць розміщення вузлів мережі [5].

Крок 1. Задати вхідні данні: кількість вузлів мережі u ; індекс поточного вузла – $j := 1$; значення поточної ітерації – $i := 1$; значення лічильника розглянутих місць розміщення вузла $l := 0$; початковий варіант найкращого розміщення вузлів w^0 ; найкраще поточне значення цільової функції задачі $C(w^l) := \infty$.

Крок 2. Визначити початкове розміщення вузлів w_i^l та розрахувати для нього значення цільової функції $C(w_i^l)$ за формулою (1).

Крок 3. Збільшити значення лічильника кількості ітерацій $i := i + 1$; для вузла j у варіанті розміщення w_i^l змінити його місце розташування при фіксованих місцях розміщення всіх інших $u - 1$ вузлів.

Крок 4. Розрахувати значення цільової функції задачі за формулою (1). Якщо $C(w^l) \leq C(w_{i-1}^l)$, то $C(w^l) := C(w_i^l)$, $w^0 := w_i^l$ та перейти до кроку 5.

Крок 5. Збільшити індекс поточного вузла $j := j + 1$. Якщо $j < u$ (ще є компоненти, які на поточному кроці не були оптимізовані), перейти до кроку 3, у протилежному випадку – до кроку 6.

Крок 6. Якщо $l = 0$, присвоїти $w_i^{l+1} := w_i^l$, $l := l + 1$, $j := 1$ та перейти до кроку 3, у протилежному випадку – до кроку 7.

Крок 7. Якщо $C(w^l) \leq C(w^{l-1})$, то $w_i^{l+1} := w_i^l$, $l := l + 1$, $j := 1$ і перейти до кроку 3, в іншому випадку – до кроку 8.

Крок 8. Закінчення алгоритму: отримане найкраще рішення щодо розташування вузлів з найменшим значенням цільової функції задачі $C(w^0)$, які були розглянуті в процесі реалізації алгоритму.

Практичне використання запропонованої комбінації методів дозволить

скоротити час розв'язання задач оптимізації топологічних структур комп'ютерних мереж та отримувати більш економічні варіанти їхньої побудови у процесах створення, планування розвитку, модернізації чи реінжинірингу CALS-систем. Напрямами подальших досліджень у цій області можуть бути удосконалення та розвиток запропонованого методу оптимізації для розв'язання задач проєктування та реінжинірингу CALS-систем за множиною функціонально-вартісних показників.

Література:

1. Л. І. Нефьодов, І. Ш. Невлюдов та В. В. Безкоровайний, CALS-технології і системи. Харків: ХНУРЕ, 2021.
2. М. Є. Смірнов, «Розроблення засобу оптимізації комп'ютерної мережі CALS-систем», Діджиталізація науки як виклик сьогодні: мат. наук.-практ. конф. з міжнар. участю, Одеса, 2021, с. 29-30.
3. V. Beskorovainyi, L. Petryshyn and O. Shevchenko, "Specific subset effective option in technology design decisions", Applied Aspects of Information Technology, Vol. 3., No.1, pp. 443-455, 2020
4. V. Beskorovainyi, "Combined method of ranking options in project decision support systems", Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, No 4 (14), pp. 13-20, 2020.
5. В. В. Бескоровайный та В. А. Иванова, «Модификация метода топологической оптимизации системы мониторинга производственного процесса», Технология приборостроения, №2, с. 14-17, 2017.

МАСШТАБУВАННЯ БАЗ ДАНИХ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОЕКТУВАННЯ

Таран П. А., Безкоровайний В. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

В умовах постійного зростання складності об'єктів проектування, швидкого розвитку інформаційних технологій інформаційних систем та технологій швидкими темпами зростають об'єми даних, що зберігаються, кількість звернень до них, та складність процедур їхньої обробки. Це підвищує вимоги до сховищ даних та до систем керування ними. Вирішити проблему зростаючого обсягу даних та навантаження на системи керування ними допомагає масштабування баз даних (БД). Розділяють вертикальне (**Scaling-up**) та горизонтальне (**Scaling-out**) масштабування баз даних (рис. 1) [1].

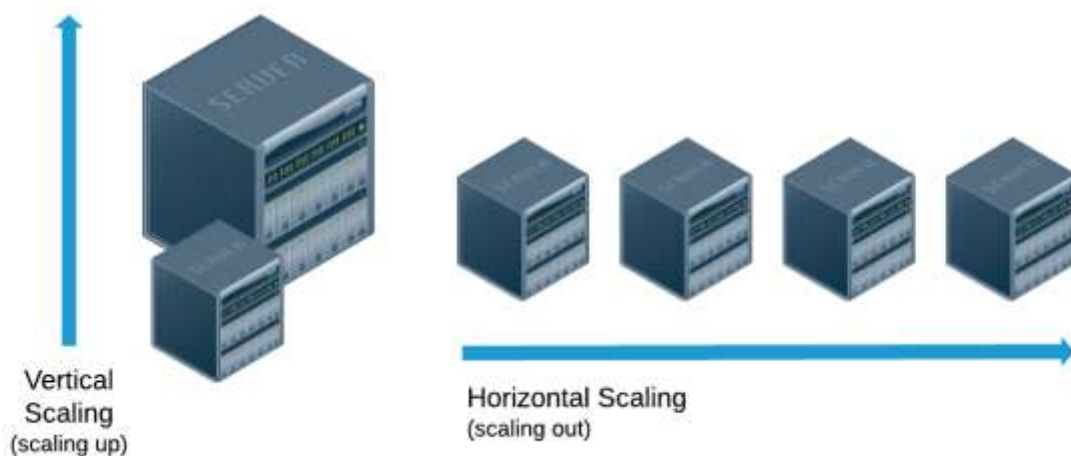


Рисунок 1 – Вертикальне та горизонтальне масштабування БД

Вертикальне масштабування передбачає нарощування чи зниження обчислювальної потужності чи ресурсів БД [2]. Переважно це реалізується додаванням нових дисків до серверу БД, заміною їх на більш потужні, додаванням нових процесорів у сервер БД, повним перенесенням її на інший сервер з додатковими обчислювальними можливостями та більшим розміром сховища.

Горизонтальне масштабування досягається додаванням додаткових БД або

розділенням великої бази на вузли меншого розміру з використанням секціонування даних методом сегментування. Горизонтальне масштабування застосовується коли поточних ресурсів вже недостатньо, та вертикальне масштабування неможливе, або немає сенсу, наприклад, з фінансової точки зору [2].

У випадку горизонтального масштабування, найпростішим буде техніка реплікації БД, коли створюються копії бази на інших серверах, і навантаження розподіляється між усіма доступними серверами. Простим варіантом є реплікація типу “Master-slave” [3].

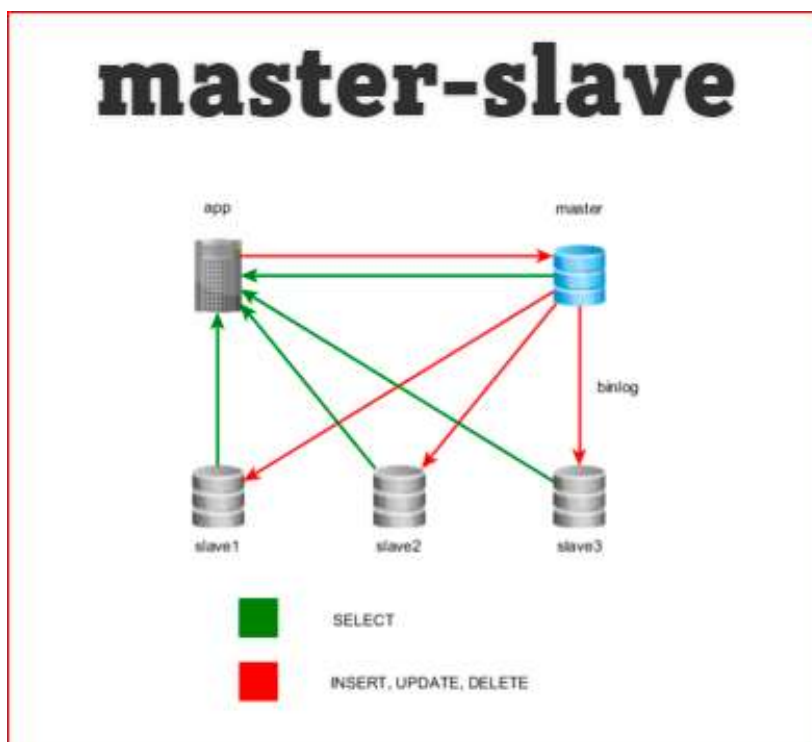


Рисунок 2 – Реплікація типу “Master-slave”

Більш глибоким поглядом на горизонтальне масштабування є проектування розподілених баз даних. В таких системах дані можуть бути представлені у сегментованому вигляді. При проектуванні розподіленої бази даних труднощі становить локалізація запитів та транзакцій, що може призводити до сповільнення системи через виникнення розподілених запитів/транзакцій [4]. Тому створення розподіленої бази даних має сенс насамперед при проектуванні нової БД з нуля, або при глобальному реінжинірингу вже існуючої БД.

Фрагментація даних може бути горизонтальною (шардінг) та вертикальною. Основою горизонтальної фрагментації служить оператор вибірки, предикат якого визначає спосіб фрагментації, тоді як вертикальна фрагментація здійснюється за допомогою оператора проектування [4].

Загальна задача оптимізації структури розподіленої бази даних (РБД) розглядається такій постановці [5]. Задані: множина користувачів РБД; множина інформаційних ресурсів (ІР); обсяги ІР; інтенсивності надходження запитів від користувачів до кожного з ІР; обсяги запитів до ІР; наведені витрати на зберігання ІР у вузлах комп'ютерної мережі; витрати на передачу одиниці інформації; обсяги інформації, що передається при оновленні ІР; множина допустимих структур РБД.

Необхідно визначити найкращий варіант структури РБД з множини допустимих $x^0 \in X$ кількість локальних баз (ЛБ), розподіл ІР по ЛБ, розміщення ЛБ по вузлах мережі, обсяги пристроїв для зберігання ЛБ.

Критерії оптимізації: наведені витрати на x -реалізацію РБД $c(x) \rightarrow \min_{x \in X}$; час доступу до ІР $t(x) \rightarrow \min_{x \in X}$; загальний обсяг інформації, що передається $v(x) \rightarrow \min_{x \in X}$.

При цьому необхідним є забезпечення повноти бази за рахунок розподілу всіх ІР (з можливим дублюванням) по локальних базах та виконання обмеження на час доступу до інформаційних ресурсів бази даних $t(x) \leq t^*$ (де t^* – максимально допустиме значення часу доступу до ІР).

Комбінаторний характер задач оптимізації РБД передбачає використання автоматичної кількісної оцінки варіантів із множини допустимих шляхом оцінки їхньої корисності $P(x)$. Формально задача вибору найкращого варіанта структури РБД може бути зведена до задачі оптимізації виду [5]:

$$x^0 = \arg \max_{x \in X} P(x) = \arg \max_{x \in X} \sum_{i=1}^3 \lambda_i \xi_i(x). \quad (1)$$

$$k_1(x) = c(x) \rightarrow \min_{x \in X}, \quad k_2(x) = t(x) \rightarrow \min_{x \in X}, \quad k_3(x) = v(x) \rightarrow \min_{x \in X}. \quad (2)$$

де $\lambda_i, \xi_i(x)$ – вагові коефіцієнти та функція корисності часткових критеріїв $k_i(x)$, $i = \overline{1,3}$.

Для розв'язання задачі багатокритеріальної оптимізації РБД шляхом горизонтального масштабування (1) – (2) пропонуються використати метод послідовного застосування критеріїв. Використання масштабування баз даних є гнучким інструментом для вирішення спектру проблем, які виникають при експлуатації БД інформаційних технологій проектування, інших інформаційних систем. Напрямом подальших досліджень може бути розробка ефективних методів оптимізації структур РБД за умов неповної визначеності цілей та вхідних даних.

Література:

1. Горизонтальне і вертикальне масштабування веб додатків. [Он-лайн]. Доступно: <https://server-gu.ru/scaling-out-vs-scaling-up/>
2. Вертикальне та горизонтальне масштабування. Вступні відомості про масштабованість баз даних під час хмарних обчислень [Он-лайн]. Доступно: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/resources/cloud-computing-dictionary/scaling-out-vs-scaling-up/#scale-up-vertically>
3. Горизонтальне масштабування. Що, навіщо, коли та як?. [Он-лайн]. Доступно: <https://habr.com/ru/company/oleg-bunin/blog/319526/>
4. М. Т. Ёсу и П. Вальдуриес, Принципы организации распределенных баз данных / пер. с англ. А. А. Слинкина. М.: ДМК Пресс, 2021.
5. V. Beskorovainyi and L. Kolesnyk, "Interval model of multi-criterion task of reengineering physical structures of distributed databases", Intelligent information systems for decision support in project and program management: Collective monograph edited by I. Linde. Riga: ISMA, 2021, pp. 7-14.

ОПТИМІЗАЦІЯ СТРАХОВИХ ЗАДІЛІВ ДЛЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРИЛАДОБУДІВЕЛЬНИМ ВИРОБНИЦТВОМ

Філонич Д. В., Безкоровайний В. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

В останні десятиліття в світовому приладобудівельному виробництві спостерігаються тенденції до всебічної автоматизації технологічних процесів систем керування ними. Це сприяє скороченню витрат матеріальних, енергетичних і фінансових ресурсів [1]. Серед найважливіших задач керування виробництвом є задачі керування поточними $З_{\text{поточ}}$ і страховими запасами (заділами) $З_{\text{страх}}$, зокрема, оптимізації їх розмірів на періоді постачання $t_{\text{пост}}$ відносно дати замовлення $Д_{\text{зам}}$ (рис. 1) [2].

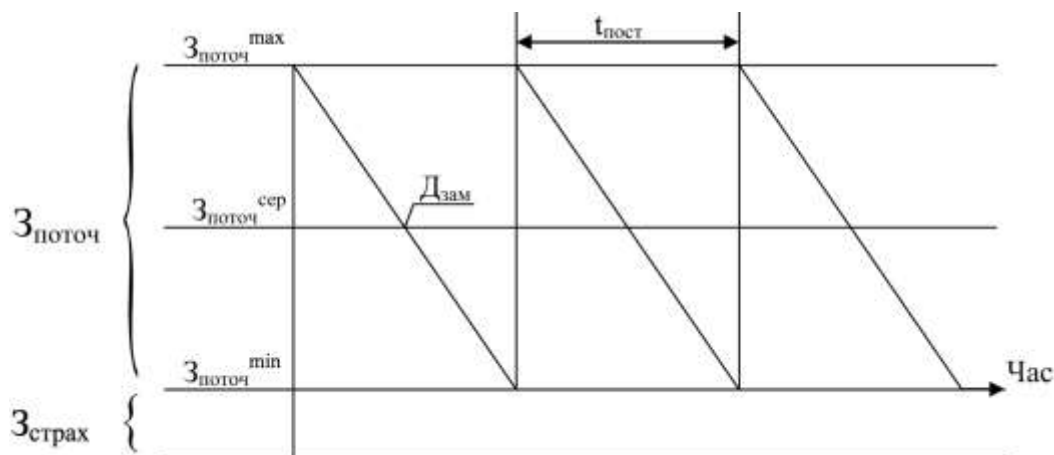


Рисунок 1 – Графіки зміни поточних запасів на періодах постачання [3]

Процеси оптимізації страхових заділів спрямовані на нормування їх обсягів на складах та виробничих ділянках. Нераціональність рішень призводить до конвертації суттєвих фінансових ресурсів у страхові запаси, тим самим заморожуючи їх і збільшуючи витрати на їх придбання, зберігання та можливу обробку або ризиків простою виробничих ліній.

На практиці функція часу простою вважається обернено пропорційною розміру

страхового заділу $S_{\text{страх}}$ [4]:

$$t(S_{\text{страх}}) = \frac{k}{S_{\text{страх}}}, \quad (1)$$

де k – коефіцієнт пропорційності, який являє собою збільшення часу простою певної ділянки виробництва в залежності від розміру страхового заділу.

Втрати від простою виробничих ділянок через дефіцит запасів в залежності від розміру страхового заділу, можна подати в такому вигляді [4]:

$$L_{\text{пр}} = g * f(S_{\text{страх}}) = g * \frac{k}{S_{\text{страх}}}, \quad (2)$$

де g – втрати від дефіциту ресурсів, через що відбувається простій окремих ділянок виробничого комплексу за один день.

На основі попередньої інформації, річні загальні витрати $L_{\text{заг}}$ на забезпечення страховими заділами, а також на можливі втрати через дефіцит відповідних запасів, представляють собою наступне [4]:

$$L_{\text{заг}} = L_{\text{ок}} + L_{\text{зб}} + L_{\text{пр}} = i * c * S_{\text{страх}} + H * S_{\text{страх}} + g * \frac{k}{S_{\text{страх}}}, \quad (3)$$

де $L_{\text{ок}}$ – втрати через відтік оборотного капіталу; i – відсоток банку; c – ціна одиниці ресурсу з урахуванням транспортних витрат.

Оптимальний розмір страхового заділу в даних умовах визначається шляхом знаходження мінімуму функції загальних витрат [4]:

$$S_{\text{страх}} = \sqrt{\frac{k * g}{i * c + H}}. \quad (4)$$

Для виробничих процесів, які мають стохастичний характер, пропонується модифікувати співвідношення (1) – (4) та подати всі змінні параметри розглянутих моделей в інтервальному вигляді [5]. Якщо $[c^-; c^+] = [a^-; a^+] \circ [b^-; b^+]$, $a \in [a^-; a^+]$, $b \in [b^-; b^+]$, то $a \circ b = [c^-; c^+]$, де $\circ$ – символ арифметичної операції з набору $\{+, -, *, /\}$ ».

При цьому результати операцій додавання, віднімання, ділення та множення над інтервалами задаються співвідношеннями:

$$[a] + [b] = [a^- + b^-; a^+ + b^+],$$

$$\begin{aligned}
[a] - [b] &= [a^- - b^+; a^+ - b^-], \\
[a] \cdot [b] &= [\min\{a^- \cdot b^-, a^- \cdot b^+, a^+ \cdot b^-, a^+ \cdot b^+\}; \max\{a^- \cdot b^-, a^- \cdot b^+, a^+ \cdot b^-, a^+ \cdot b^+\}], \\
[a] / [b] &= [a] \cdot [1/b^+; 1/b^-].
\end{aligned} \tag{5}$$

Для перевірки точності визначення оптимального розміру страхового заділу (4) з урахуванням його інтервального характеру (5) пропонується здійснити імітаційне моделювання процесу взаємодії відповідних фрагментів технологічного процесу. З цією метою пропонується використати мову імітаційного моделювання типу GPSS W. Для скорочення кількості експериментів пропонується здійснювати моделювання з надлишково великим страховим заділом і за його залишком встановлювати його оптимальний розмір.

Запропонована технологія визначення оптимального розміру страхового заділу дозволить отримувати більш стійкі та надійні рішення задачі, які дозволять підвищувати ефективність виробничих технологічних процесів за рахунок оптимізації розмірів страхових заділів.

Література:

1. І. Ш. Невлюдов, Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації. Кривий Ріг, Україна: КК НАУ, 2017.
2. Д. В. Філонич, «Розробка підсистеми автоматизації обліку для системи керування приладобудівельним виробництвом», Діджиталізація науки як виклик сьогодні: матеріали наук.-практ. конф. з міжнар. участю, Одеса, 2021. с. 25-26.
3. В. Л. Дикань та В. О. Маслова, Організація виробництва. Харків, Україна: УкрДАЗТ, 2013.
4. І. О. Жарська Логістика. Одеса, Україна: ОНЕУ, 2019.
5. V. Beskorovainyi, L. Kolesnyk, "Interval model of multi-criterion task of reengineering physical structures of distributed databases", Intelligent information systems for decision support in project and program management: Collective monograph. European University Press. Riga: ISMA, 2021, pp. 7-14.

КОМП'ЮТЕРНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИБОРУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЛЮДИНИ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Халдун К.К.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Системи розпізнавання осіб – важлива ступінь у розвитку технологій ідентифікації. Вона заснована на методах глибокого навчання, яке в свою чергу є складовою штучного інтелекту. По прикладу того як навчають людину, ми також можемо навчити мережу виявляти та ідентифікувати данні.

В роботі розглянута система розпізнавання по обличчю. Розпізнавання людини по обличчю має декілька переваг, по-перше вартість, воно не потребує дорого вартісного обладнання. По-друге не потрібний фізичний контакт, який сам по собі є більш зручний для використання та безпечний.

Мета роботи - підвищення ефективності систем безпеки за рахунок розробки комп'ютерної технології вибору програмного забезпечення ідентифікації людини на основі штучного інтелекту.

В роботі була реалізована схема комп'ютерної технології ідентифікації людини на основі штучного інтелекту (рис.1).

У рамках роботи був розроблений метод ідентифікації обличчя за допомогою методу Віолі-Джонса. Середовище розробки додатка - Visual Studio редактор. Для реалізації були обрані Python, React, та бібліотека OpenCV.

Програма складається з бази даних, фотографій для порівняння та ідентифікації, модуля завантажувача, куди завантажуються фото, кнопки для виклику операції ідентифікації та вікно даних про розпізнаної особистості Також при не проходженні ідентифікації додаток видає помилку.

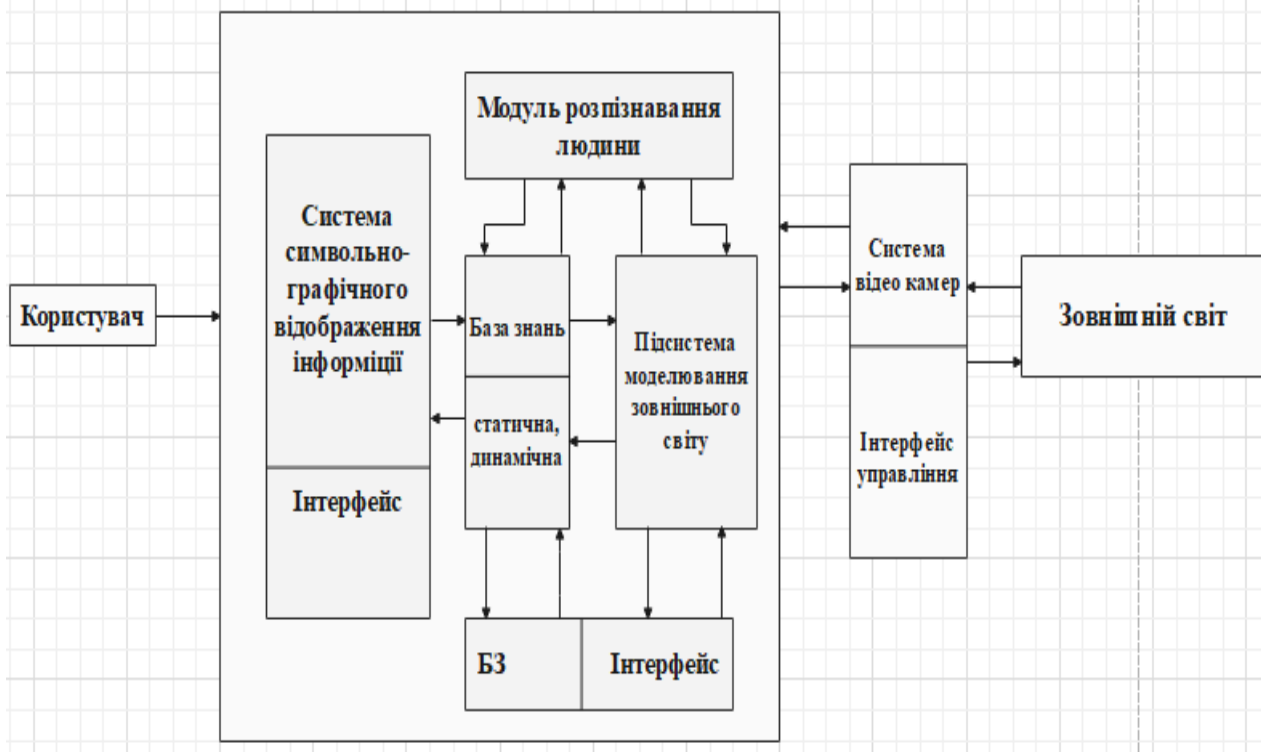


Рисунок 1- Комп'ютерна технологія

У роботі була проведена розробка комп'ютерної технології вибору програмного забезпечення ідентифікації людини на основі штучного інтелекту.

Література:

1. Методи Розпізнавання Облич: Короткий Огляд. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://itcm.comp-sc.if.ua/2017/Holubiak.pdf>
2. Чабан Л.В.«Теорія та алгоритми розпізнавання образів»: навч. посібник.Москва 2004.
3. Метод Виолы-Джонса (Viola-Jones) как основа для распознавания лиц [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://habr.com/ru/post/133826/>
4. Распознаем лица на фото с помощью Python и OpenCV [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://habr.com/ru/post/301096/>

СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ЕТАПІ РЕІНЖИНІРИНГУ

Ханджян В. В., Безкоровайний В. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

Ефективність виробничих технологічних ТП багато в чому визначається рішеннями, які приймаються на етапах їхнього проектування та реінжинірингу. Синтез варіантів побудови виробничих ТП передбачає розв'язання множини задач їхньої структурної, топологічної та параметричної оптимізації за множиною функціональних і вартісних показників (собівартість продукції, її якість, завантаження устаткування, продуктивність тощо) [1-3]. Це обумовлює актуальність науково-прикладних задач удосконалення технологій, математичних моделей і методів їх системної оптимізації. Однією з актуальних при цьому вважається задача структурно-параметричної оптимізації у процесі реінжинірингу ТП.

Об'єктом дослідження є лінійний ТП, що включає n фаз (операцій), на кожній з яких використовується m_i , $i = \overline{1, n}$ одиниць обладнання (наприклад, старих СВ чи нових НВ верстатів) j -го типу, $j = \overline{1, j_i}$ (рис. 1).

Обладнання кожної з фаз ТП характеризується показниками продуктивності p_{ij} , $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, j_i}$, якості виконання операцій q_{ij} , $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, j_i}$ та наведеними витратами на його придбання, встановлення й експлуатацію c_{ij} , $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, j_i}$.

Необхідно знайти найкращий варіант побудови ТП з множини допустимих $x \in X$, що визначається кількістю обладнання на кожній з фаз $M = [m_i]$, $i = \overline{1, n}$ і його типом $x = [x_{ij}]$, $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, J}$ (де $J = \max_{1 \leq i \leq n} \{j_i\}$), який з обмеженими наведеними витратами забезпечує необхідні обсяги випуску продукції та її якість:

$$k_1(x, M) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{j_i} c_{ij} m_i x_{ij} \rightarrow \min_{x, M}, \quad k_1(x, M) \leq k_1^*, \quad (1)$$

$$k_2(x, M) = \min_j \{ m_i p_{ij} x_{ij} \} \rightarrow \max_{x, M}, \quad k_2(x, M) \geq k_2^*, \quad (2)$$

$$k_3(x, M) = \min_j \{ q_{ij} x_{ij} \} \rightarrow \max_{x, M}, \quad k_3(x, M) \geq k_3^*, \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad \forall j = \overline{1, J}, \quad \sum_{j=1}^J x_{ij} = 1 \quad \forall i = \overline{1, n}, \quad (4)$$

де $k_1(x, M)$, $k_2(x, M)$, $k_3(x, M)$ – функції часткових критеріїв витрат, продуктивності та якості; $x = [x_{ij}]$ – булева матриця (елемент якої $x_{ij} = 1$, якщо на i -ій фазі використовується обладнання j -го типу; $x_{ij} = 0$ – в інших випадках, $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, J}$).

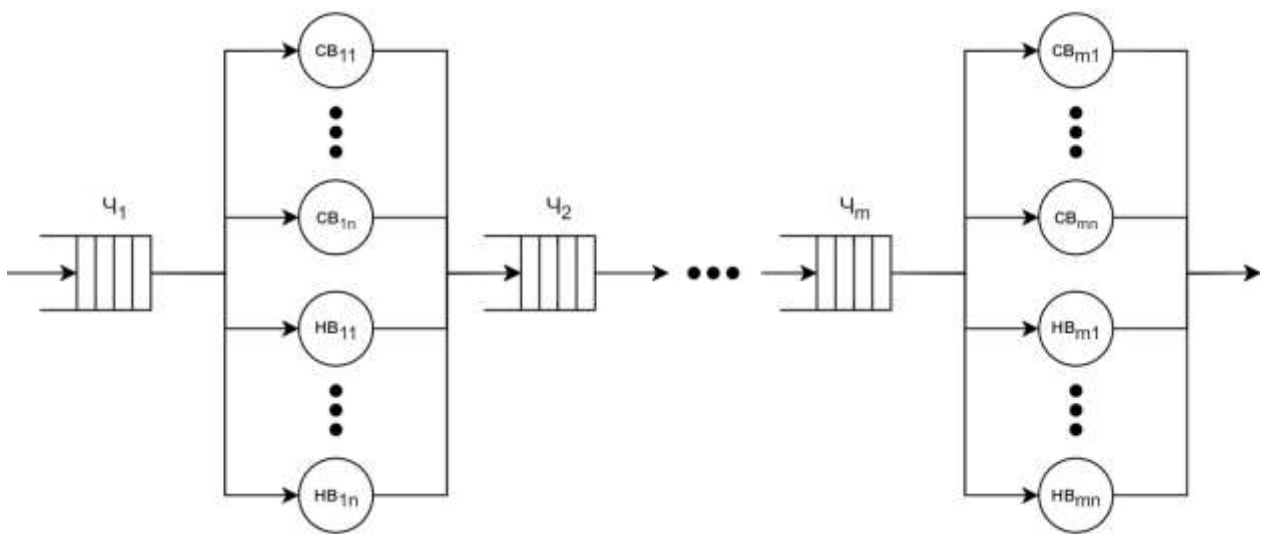


Рисунок 1 – Структурна схема технологічного процесу

Частковими випадками загальної задачі (1) – (4) є задачі оптимізації ТП за окремими показниками чи їх підмножинами: витрат $k_1(x, M)$ в умовах обмежень на показники продуктивності й якості; витрат і продуктивності $k_1(x, M)$, $k_2(x, M)$ в умовах обмежень на показник якості; витрат і якості $k_1(x, M)$, $k_3(x, M)$ в умовах обмежень на показник продуктивності; продуктивності й якості $k_2(x, M)$, $k_3(x, M)$ в умовах обмежень на витрати $k_1(x, M) \leq k_1^*$.

Для скалярного кількісного оцінювання варіантів пропонується використати універсальну функцію, побудовану на основі полінома Колмогорова-Габора [5]:

$$P(x, M) = \sum_{i=1}^3 \lambda_i \xi_i(x, M) + \sum_{i=1}^3 \sum_{j=i}^3 \lambda_{ij} \xi_i(x, M) \xi_j(x, M) + \sum_{i=1}^3 \sum_{j=i}^3 \sum_{l=j}^3 \lambda_{ijl} \xi_i(x, M) \xi_j(x, M) \xi_l(x, M), \quad (5)$$

де $\lambda_i, \lambda_{ij}, \lambda_{ijl}$ – вагові коефіцієнти часткових критеріїв та їх добутків;
 $\xi_i(x, M), \xi_j(x, M), \xi_l(x, M)$ – відповідно функції корисності часткових критеріїв
 $k_1(x, M), k_2(x, M), k_3(x, M)$.

Для оцінки корисності варіантів за частковими критеріями пропонується використати одне з множини відомих співвідношень [2-3]:

$$\xi_i(x, M) = \left\{ [k_i(x, M) - k_i^-] / [k_i^+ - k_i^-] \right\}^{\alpha_i}, \quad i = \overline{1, 3}, \quad (6)$$

де $k_i(x, M)$ – значення i -го часткового критерію для варіанта (x, M) ; k_i^+, k_i^- – найкраще та найгірше значення i -го критерію, $i = \overline{1, 3}$; α_i – параметр, що визначає конкретний вид залежності (лінійна, увігнута чи опукла).

Для отримання наближених оцінок можна скористатися класичною адитивною моделлю, що є частковим випадком моделі (5):

$$P(x, M) = \sum_{i=1}^3 \lambda_i \xi_i(x, M). \quad (7)$$

Задача параметричного синтезу функцій узагальненої корисності (5) та (7) зводиться до визначення вектора вагових коефіцієнтів $[\lambda_i], i = \overline{1, N}$, який задовольняє сформованій системі нерівностей на основі переваг особи, що приймає рішення, та нормуючим умовам: $\sum_{i=1}^N \lambda_i = 1, \lambda_i \geq 0, i = \overline{1, N}$. Така задача може бути розв'язання методами експертного оцінювання чи компараторної ідентифікації, які набули широкого розповсюдження в практиці автоматизації проектування й управління виробничими системами.

Запропоновані узагальнена схема лінійного виробничого ТП як системи масового обслуговування та формалізована постановка задачі його структурно-параметричної оптимізації за показниками наведених витрат, продуктивності та якості продукції.

Використання в моделі скалярного оцінювання полінома Колмогорова-Габора дозволяє підвищити точність визначення переваг особи, що приймає рішення і на цій основі підвищувати ефективність рішень з проєктування та реінжинірингу виробничих ТП.

Література:

1. М. Н. Молдабаева, Автоматизация технологических процессов и производств. Вологда: Инфра-Инженерия, 2019.
2. V. Beskorovainyi, L. Petryshyn and O. Shevchenko, "Specific subset effective option in technology design decisions", Applied Aspects of Information Technology, Vol. 3., No.1, pp. 443-455, 2020
3. V. Beskorovainyi, "Combined method of ranking options in project decision support systems", Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, No 4 (14), pp. 13-20, 2020.
4. Н. В. Вerezub, Е. В. Островерх и А. А. Симонова, Системный анализ, структурная и параметрическая оптимизация технологических процессов. Харьков, 2012.
5. В. Безкоровайний та В. Ханджян, «Математична модель багатокритеріальної задачі структурно-параметричної оптимізації виробничих технологічних процесів», Виробництво & Мехатронні Системи 2022: матеріали VI Міжнародної конференції, Харків, 2022, с. 133-135.

СЕКЦІЯ 5

УПРАВЛІННЯ ПРОГРАМАМИ ТА ПРОЕКТАМИ, ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ.

ІЄРАРХІЧНА МОДЕЛЬ ВИБОРУ ТРАКТОРА ДЛЯ ФЕРМЕРСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Бондарев О. О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Вагомий сегмент ринку наявної тракторної техніки складають машини, що використовуються в фермерських господарствах. Як правило, це зразки тракторів з потужністю приблизно 100 кінських сил, що мають досить великий діапазон застосувань, тобто виконують переважну більшість завдань, що постають перед таким господарством. Таким чином, вдалий вибір трактора є життєвою необхідністю для кожного фермера [1].

На ринку нашої країни існує досить великий вибір машин даного класу, що різняться своїми характеристиками і ціною доступністю, тому здійснення вибору не є легким завданням і потребує ретельного врахування всієї сукупності технічних, економічних і ергономічних параметрів трактора.

Першою групою критеріїв, що впливають на вибір, є економічні критерії, і насамперед вартість машини, що може стати перепорою при розгляді конкретної моделі. Але цю перепору можна подолати, якщо для даної моделі існує можливість придбання на умовах лізингу. Також необхідно врахувати вартість обслуговування, тобто сукупну вартість запасних частин, наявність сервісного обслуговування і витратних матеріалів, витрати палива.

Технічні критерії визначають можливості застосування трактора при виконанні господарських завдань. В першу чергу, це потужність двигуна, яка визначає можливість виконання певних робіт, по-друге - універсальність машини, тобто можливості її застосування на роботах різного типу, по-третє – можливості використання різноманітного навісного обладнання. Зважаючи на складні умови експлуатації варто приділити увагу надійності трактора і його робочому ресурсу.

Суттєвим при виборі трактора є також вплив на зовнішнє середовище – рівень викидів, тиск на ґрунт, тощо.

Ефективність використання будь-якої машини в значній мірі визначається також умовами праці оператора. Комфортність середовища в кабіні, рівень шуму та вібрації, оглядовість з кабіні та зовнішнє освітлення машини, можливості індивідуального налаштування обладнання – всі ці ергономічні критерії впливають на результати роботи.

Розглянуті вище групи критеріїв дають змогу побудувати ієрархічну структурну модель вибору трактора для фермерського господарства.

На верхньому рівні ієрархії знаходиться сама проблема вибору трактора.

На наступному, другому рівні розташовані групи критеріїв вибору – економічні, технічні, ергономічні.

Третій рівень містить конкретні критерії, що входять в кожну з перелічених груп.

Четвертий рівень моделі – це альтернативи, з яких буде реалізовуватися вибір.

Верхні три рівні ієрархічної моделі зображені на рисунку 1.



Рисунок 1 – Верхні рівні ієрархічної моделі вибору трактора

Запропонована ієрархічна модель може бути використана для реалізації метода аналізу ієрархій і пошуку доцільної моделі трактора [2].

Література:

- [1] Принципи вибору фермерського трактора. [Он-лайн]. Доступно:
<https://www.agroone.info/publication/principi-viboru-fermerskogo-traktora/>
- [2] Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий [Текст] / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.

ВИКОРИСТАННЯ ГІБРИДНОЇ МЕТОДОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ ПРОЄКТАМИ

Петренко Ю.А., Бугаєвський М.С.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

У зв'язку з тим, що сьогодні інновації вводяться практично у всіх областях людської діяльності, з'явився новий, сучасний зміст поняття "проєкт", що розглядається як повний, завершений цикл продуктивної (інноваційної) діяльності - як діяльності окремої людини, так і групи, або організації, або регіону, країни в цілому, або групи країн (міжнародні проєкти).

Процес здійснення діяльності буде розглядатися у рамках проєкту, що реалізується в певній часовій послідовності по фазах, стадіях і етапах (тимчасова структура організації діяльності). Завершеність циклу діяльності (проєкту) визначається трьома фазами:

- фаза проєктування, результатом якої є побудована модель створюваної педагогічної (освітньої) системи і план її реалізації;
- технологічна фаза, результатом якої виступає реалізація системи;
- рефлексивна фаза, результатом якої є оцінка реалізованої системи і визначення необхідності або її подальшої корекції, або "запуску" нового проєкту [1].

До числа найбільш придатних сучасних підходів менеджменту можна віднести гібридну модель управління. Гібридні методології які є найбільш пристосованими до конкретних проєктів можуть допомогти значному покращенню процесів та рівня керованості проєктом.

Гібридна методологія за "Маніфестом гібридної методології управління проєктами" об'єднує Waterfall та Agile-методи для створення нового та більш досконалого. Ця методологія поєднує ретельність Work Breakdown Structure (WBS) та гнучкість Agile, що робить його одночасно детальним і швидким. Більшість проєктів, окрім дуже невеликих, можуть отримати значний позитивний вплив від використання гібридної методології керування проєктами. [2].

Роль і обов'язки в гібридній проєктній організації:

1. Гібридна технологія не має залежності від організаційної структури, і немає необхідності в РМО (офіс управління проєктами (підрозділ)).
2. Керівник проєкту бере на себе роль менеджера продукту. У гібридному методі управління проєктами є тільки керівник проєкту або менеджер продукту. Він або вона вважається бізнес-власником проєкту.
3. Менеджер проєкту і Scrum-майстри несуть пряму відповідальність за різні сегменти проєкту.
4. Менеджер проєкту несе загальну відповідальність за проєкт і володіє правом власності (авторським) на проєкт.
5. Менеджер проєкту в першу чергу займається зовнішнім інтерфейсом (фронтендом) проєкту (вимоги до продукції, відгуки клієнтів, розбиття на компоненти, WBS).
6. Scrum-майстри відповідають за бекенд (підкомпоненти) проєкту (список вимог, спринти, випуск).
7. Менеджер проєкту створює команду, з відповідних Scrum майстрів і при необхідності іншого управлінського персоналу.
8. Кожен Scrum-майстер створює свою команду на основі вимог і термінів виконання проєкту [3].

Нижче представлена схема потоку управління гібридного проєкту (Рисунок 1).

Вона включає наступні елементи: Компоненти (Components), Трек (Track), Беклог (Backlogs), Спринт(Sprint) та Команда проєкту (Project team).

Компоненти: Окремі будівельні модулі, що визначаються документом з вимогами до продукту. Наприклад, мобільний телефон має електроніку, дисплей, WIFI та програмні компоненти. Програмний продукт може мати інтерфейс користувача, бізнес-логіку та комунікаційні компоненти. Вимоги до продукту визначають, які компоненти необхідні в проєкті.

Трек: Шлях розробки та випуску кожного компонента. Деякі шляхи можуть бути коротшими або довгими за інші.

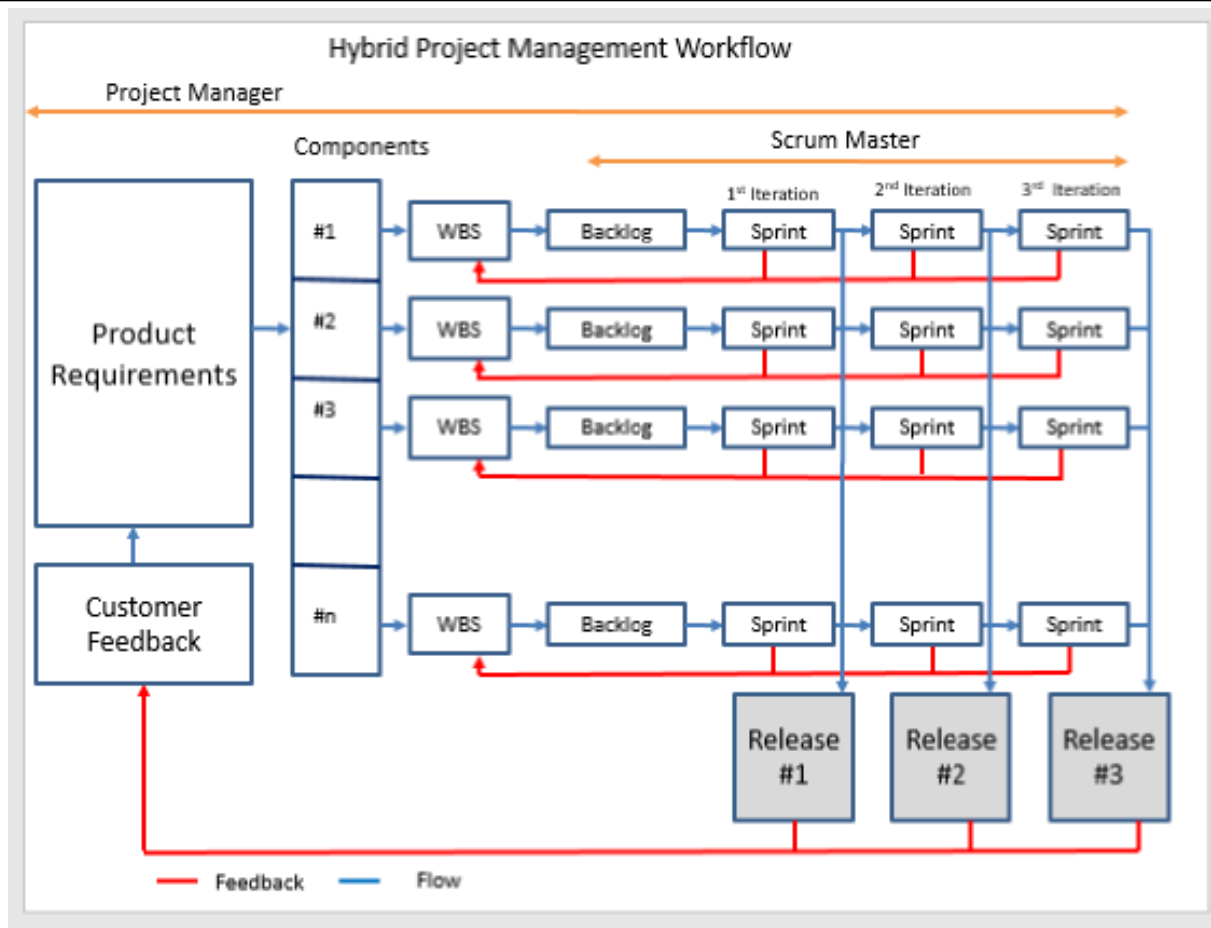


Рисунок 1 - Схема управління при використанні гібридного методу [2]

Спринт: 4-8 тижнів розробки, кожен з яких включає розробку, тестування та випуск (розгортання). Кожен трек має свій власний беклог і спринти. Спринти з різних треків виконуються паралельно. Результат кожного спринту з різних треків може об'єднуватися або не об'єднуватися зі спринтами з інших треків, щоб перетворитися на реліз.

Команда проєкту: Кожна команда проєкту складається з відданих членів команди. Основні члени на 100% призначені для проєкту, і немає спільного використання ресурсів між кількома проєктами. Члени команди звітують перед Scrum-майстрами за щоденні зусилля з розробки [4].

Отже, саме завдяки впровадженню гібридних методик управління з точки зору формування і розвитку індивідуальних і особливо колективних баз знань і компетенцій в УП стає можливим підвищення швидкості накопичення знань, продуктивності та якості прийняття рішень.

Література:

1. Iryna O. Bashynska. Management of industrial enterprise's business processes smartization to ensure its economic security : Monograph. Schweinfurt: Time Realities Scientific Group UG (haftungsbeschränkt), 2020. 420 p. (In Ukrainian)
2. Hybrid project management manifesto // Official site of the manifest of hybrid software development [Electronic resource]. URL: <https://www.binfire.com/hybrid-project-management-manifesto/>
3. Manifesto for Agile Software Development / Офіційний сайт маніфесту гнучкої розробки програмного забезпечення [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.agilemanifesto.org>
4. Saynisch M. Beyond frontiers of traditional project management: An approach to evolutionary, self-organizational principles and the complexity theory – Results of the research program. Project Management Journal, 2010, 41 (2), 21-37
5. Бушуев С.Д., Козир Б.Ю. Гібридизація методологій управління інфраструктурними проєктами та програмами // Вісник Одеського національного морського університету: Зб. наук. праць, 2020. No 1(61). С.187-207. DOI 10.47049/2226-1893-2020-1-187-207. — Режим доступу: <http://visnyk.onmu.odessa.ua/index.php/1/article/view/67/67>

УЗАГАЛЬНЕНА ЗАДАЧА ВИБОРУ RFID-МІТКИ ДЛЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЗБОРОМ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Кобзистий В.Ю.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

У ХХІ столітті у всьому світі зберігається стійка тенденція до збільшення обсягів відходів. У доповіді Департаменту міського розвитку Світового банку зазначено, що до 2025 року у світі кількість твердих побутових відходів, що утворюється, зросте до 2,2 млрд. т., а до 2050 року щорічний обсяг відходів може перевищити 3,4 млрд. т при зростанні населення до 9,8 млрд. т. чоловік [1].

Європейське агентство з охорони навколишнього середовища (ЄАО) та Агентство США із захисту навколишнього середовища визначають мінімізацію (і запобігання) як один із напрямків, на якому необхідно зосередити всі зусилля проти зростаючої проблеми відходів. Однак єдиного бачення, як саме має здійснюватися досягнення поставленої мети, поки що не існує [2].

Вчені пропонують широке впровадження цифрових технологій для «розумного керування» (smart waste management, SWM). Для цього необхідно впровадження і використання розумних сміттєвих контейнерів, сміттєвозів, роботизоване сортування відходів.

Європейською комісією було запущено програму Digital Cities Challenge (цифрові виклики міст). Цифрова трансформація підприємств у сфері переробки комунальних відходів полягає у впровадженні чотирьох складових: «розумні контейнери»; «розумні системи утилізації відходів»; а також хмарні послуги для підприємств та мобільних додатків для городян [3].

Наразі більшість операцій зі збирання комунальних відходів зосереджені на регулярному вивезенні прибудинкових контейнерів за розкладом. Такий підхід неефективний, адже часто контейнери можуть бути напівпорожніми, або переповненими. В результаті оператори з утилізації відходів витрачають зайве паливо

(у разі напівпорожніх контейнерів) або вимушено здійснюють повторний виїзд (у разі переповненості).

Управління твердими відходами є невід'ємною частиною системи екологічного менеджменту.

Використання методів оптимізації для вирішення задач на всіх етапах системи керування відходами дозволить підвищити її ефективність. Для вирішення проблем управління відходами, що пов'язані із невизначеністю можна використовувати методи нечіткого, стохастичного та інтервального програмування [4]. Для оптимізації управління твердими відходами можна застосовувати Інтернет речей (IoT) та хмарні обчислення [5].

У багатьох країнах використовуються RFID мітки для сміттєвих контейнерів. Використання RFID міток на контейнерах, спеціальних RFID зчитувачів на транспортних засобах дозволяють побудувати ефективний маршрут збору ТПВ. Таким чином впровадження RFID міток дозволить підвищити ефективність збору та переробки ТПВ. Розглянемо загальну постановку задачі вибору RFID міток для сміттєвих контейнерів.

Відомо множина можливих RFID міток для сміттєвих контейнерів $X=\{x_i\}$, $i=1,..., i^*$ та множина критеріїв для вибору RFID міток $Y=\{y_j\}$, $j=1, ..., j^*$.

Необхідно вибрати RFID-мітки для сміттєвих контейнерів за заданими функціональними та економічним критеріям.

В якості критеріїв можливо розглядати: частоту роботи RFID мітки; тип поверхні на яку кріпиться RFID мітка; стабільність до зовнішнього впливу на RFID мітку; мінімальна і максимальна температура для стабільної роботи RFID мітки ; стандарт роботи RFID мітки; форму RFID мітки; метод прикріплення RFID мітки; об'єм пам'яті RFID мітки; вартість RFID мітки.

Задача вибору RFID мітка для управління збором ТПВ ускладнюється багатомірністю характеристик, які мають RFID мітки. Для вирішення задачі пропонується використовувати експертні методи прийняття рішень [6-7].

Автоматизація процесу збору ТПВ за допомогою RFID міток дозволить вирішити проблеми нестачі інформації про кількість ТПВ, що збирається та

переробляється, дозволить уникати несанкціонованого скидання сміття поза маршрутом, нелегального вивезення сміття, потребує особливого підходу.

Література:

1. Что такое Отходы 2.0: Глобальный обзор обращения с твердыми отходами до 2050 года. [Он-лайн]. Доступно: <http://datatopics.worldbank.org/what-a-waste>.
2. Умные города: сайт ОБСЕ. [Он-лайн]. Доступно: <https://www.osce.org/ru/secretariat/111319>.
3. Умные города [Он-лайн]. Доступно: https://smartcity.cnews.ru/news/top/2018-10-04_mirovoj_rynok_tsifrovizatsii_pererabotki_othodov.
4. A.Singh «Managing the uncertainty problems of municipal solid waste disposal» Journal of Environmental Management. 2019. Vol. 240. pp. 259-265.
5. K. Pardini, J.J. Rodrigues, S.A. Kozlov, N. Kumar, V. Furtado «IoT-based solid waste management solutions: a survey». Journal of Sensor and Actuator Networks. 2019. Т. 8, № 1. p. 5.
6. Н.Ю. Філь, І.Г. Ільге Метод вибору стаціонарного RFID-зчитувача багатьма критеріями. Сучасний стан проведення наукових досліджень у ІТ-технологіях, галузях електроніки, інженерії, нанотехнологіях та транспортній сфері (2nd ed.) / за ред. Голденблат М.А., Вінниця, 2021, DOI: <https://doi.org/10.36074/csriteenat.ed-2.07>.
7. І. Г. Ільге, Н.Ю. Філь. Інформаційно-пошукова система вибору міні-екскаватору для проведення ремонтних робіт на міських автомагістралях. Сучасний стан проведення наукових досліджень у ІТ-технологіях, галузях електроніки, інженерії, нанотехнологіях та транспортній сфері / за ред. Голденблат М.А., Вінниця, 2020, DOI: <https://doi.org/10.36074/csriteenat.ed-1.02>.

МОДЕЛЬ ВИБОРУ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЛЮДИНИ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Кононихін О.С, Мухін М.Я.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

У сучасному світі біометричний захист інформації є одним з найбільш дієвих методів її збереження. Завдяки процесу аутентифікації людини, тобто порівняння його характеристик з характеристиками, заздалегідь внесеними систему, вдається з максимальною точністю визначити, має дана людина доступ до запитуваної інформації або ж все-таки немає [1-2].

Метою дослідження є підвищення ефективності системи захисту інформації за рахунок розробки моделі вибору технічного забезпечення ідентифікації людини на основі штучного інтелекту.

Введемо змінну $X_{hq} = \{0;1\}$, де $X_{hq} = 1$ – якщо обрано пристрій h -го типу, q -го виду,

$X_{hq} = 0$ – в зворотньому випадку.

Часткові критерії оптимізації:

– мінімальне значення помилки першого роду

$$E = \min \sum_{h=1}^{h'} \sum_{q=1}^{q'} E_{hq} X_{hq}, \quad (1)$$

де E_{hq} – інтервальне значення помилки першого роду пристрою h -го типу, q -го виду;

– мінімальне значення помилки другого роду

$$e = \min \sum_{h=1}^{h'} \sum_{q=1}^{q'} e_{hq} X_{hq}, \quad (2)$$

де e_{hq} – інтервальне значення помилки першого роду пристрою h -го типу, q -го виду;

– мінімальний час реєстрації відбитку пальця:

$$H = \min \sum_{h=1}^{h'} \sum_{q=1}^{q'} H_{hq} X_{hq}, \quad (3)$$

де H_{hq} – інтервальна оцінка часу реєстрації відбитку пальця пристрою h -го типу, q -го виду;

– мінімальний час ідентифікації відбитку пальця:

$$T = \min \sum_{h=1}^{h'} \sum_{q=1}^{q'} T_{hq} X_{hq}, \quad (4)$$

де T_{hq} – інтервальна оцінка часу ідентифікації відбитку пальця пристрою h -го типу, q -го виду;

– мінімальна вартість пристрою

$$S = \min \sum_{h=1}^{h'} \sum_{q=1}^{q'} S_{hq} X_{hq}, \quad (5)$$

де S_{hq} – інтервальна оцінка вартості пристрою h -го типу, q -го виду

Область допустимих рішень визначається обмеженнями:

– помилка першого роду не повинна перевищувати заданої E^0

$$E_{hq} X_{hq} \leq E^0; h = \overline{1, h'}; q = \overline{1, q^h}; \quad (6)$$

– помилка другого роду не повинна перевищувати заданої e^0

$$e_{hq} X_{hq} \leq e^0; h = \overline{1, h'}; q = \overline{1, q^h}; \quad (7)$$

– мінімальний час реєстрації відбитка пальця повинен бути не більше заданого H^0

$$H_{hq} X_{hq} \leq H^0; h = \overline{1, h'}; q = \overline{1, q^h}; \quad (8)$$

– мінімальний час ідентифікації відбитка пальця повинен бути не більше заданого T^0

$$T_{hq} X_{hq} \leq T^0; h = \overline{1, h'}; q = \overline{1, q^h}; \quad (9)$$

– споживана потужність пристрою повинна бути не більше заданої A^0

$$A_{hq} X_{hq} \leq A^0; h = \overline{1, h'}; q = \overline{1, q^h}; \quad (10)$$

– кількість користувачів має бути не менше заданої B^0

$$B_{hq} X_{hq} \geq B^0; h = \overline{1, h'}; q = \overline{1, q^h}; \quad (11)$$

– кількість адміністраторів має бути не менше заданої D^0

$$D_{hq} X_{hq} \geq D^0; h = \overline{1, h'}; q = \overline{1, q^h}; \quad (12)$$

– вартість засобів повинна бути не більше C_S^0

$$\sum_{\gamma=1}^{\gamma'} \sum_{h=1}^{c'} \sum_{q=1}^{v^h} C_{\gamma h q} X_{\gamma h q} \leq C_S^0; \quad (13)$$

– може бути обрано лише одного типу та виду пристрій

$$\sum_{h=1}^{h'} \sum_{q=1}^{q'} X_{hq} = 1, \quad (14)$$

Моделі (1) – (14) відносяться до задач багатокритеріального дискретного програмування з булевими змінними, що вирішуються: методом спрямованого перебору при прийнятті рішень у задачах невеликої розмірності; методом випадкового пошуку – в задачах великої розмірності.

В результаті виконаного дослідження була розроблена модель вибору технічного забезпечення ідентифікації людини на основі штучного інтелекту, яка дозволить підвищити ефективність системи захисту інформації.

Література:

1. Мороз А.О. Біометричні технології ідентифікації людини. Огляд систем. Монографія / А.О. Мороз, К.Д. Чернов. — К: Пітер, 2016 — 184 с.
2. Лакін Г.Ф., Біометрія / Г.Ф. Лакін, О.О. Олеченко. — М.: Вища школа, 2014 — 352 с.
3. Раскин Л. Г. Нечеткая математика. Основы теории. Приложения / Л. Г. Раскин, О. В. Серая. — Х.: Парус, 2008. — 352 с.

АНАЛІЗ ЗАДАЧ ЗАМОВЛЕНЬ НАПІВПРОВІДНИКІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВ СЕРЕДНЬОГО ТА МАЛОГО РІВНЯ

Петренко Ю.А., Жабін О.Ю.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Будь яке сучасне виробництво складного обладнання потребує електронних компонентів (напівпровідникових приладів).

Виробництво напівпровідників є надскладною галуззю, що потребує новітніх технологій та інновацій. Сучасні виробники напівпровідників стикаються з множиною проблем. Навіть коли фабрики працювали на повну потужність вони не могли забезпечити попит, у наслідок цього терміни виробництва продукції складали від 6 місяців та більше. Сучасна нестача напівпровідників постійно потрапляє у новини, особливо коли ця нестача спонукає інших виробників відтермінувати або навіть зупинити власне виробництво. Найближчий приклад це автомобільна галузь, коли автовиробники були змушені зупиняти випуск автомобілів із-за нестачі чипів. Більш того виробники напівпровідників постійно стикаються з проблемами ускладнення продукції, нестачею висококваліфікованих кадрів, проблемами яку порушують глобальний ланцюг постачання, а саме пандемії або військові конфлікти.

Ці нестачі та великі терміни настільки впливають на великі технологічні компанії та OEM виробників автомобілів, що такі компанії намагаються вести розробку напівпровідників власними силами.

Також дуже важливим фактом є те що, жоден локальний ринок чи компанія не має всіх можливостей, необхідних для повного циклу для проектування та виробництва напівпровідників (рис. 1) [1].

Концентрація експертних знань дає певні переваги, оскільки часто дозволяє компаніям ділитися ресурсами, такими як електропостачання, що допомагає знизити витрати, навіть якщо вони є конкурентами. Співробітники з потрібними навичками також можуть концентруватися у експертних кластерах, створюючи потужний резерв

фахівців. Але взаємозалежності також означають, що локальні потрясіння можуть мати глобальні наслідки. Наприклад, наслідком повіні у Таїланді в 2011 році стало призупинення виробничих потужностей багатьох фабрик, що виробляють чипи пам'яті, та призвело до підняття цін на мікросхеми пам'яті на 30 відсотків.

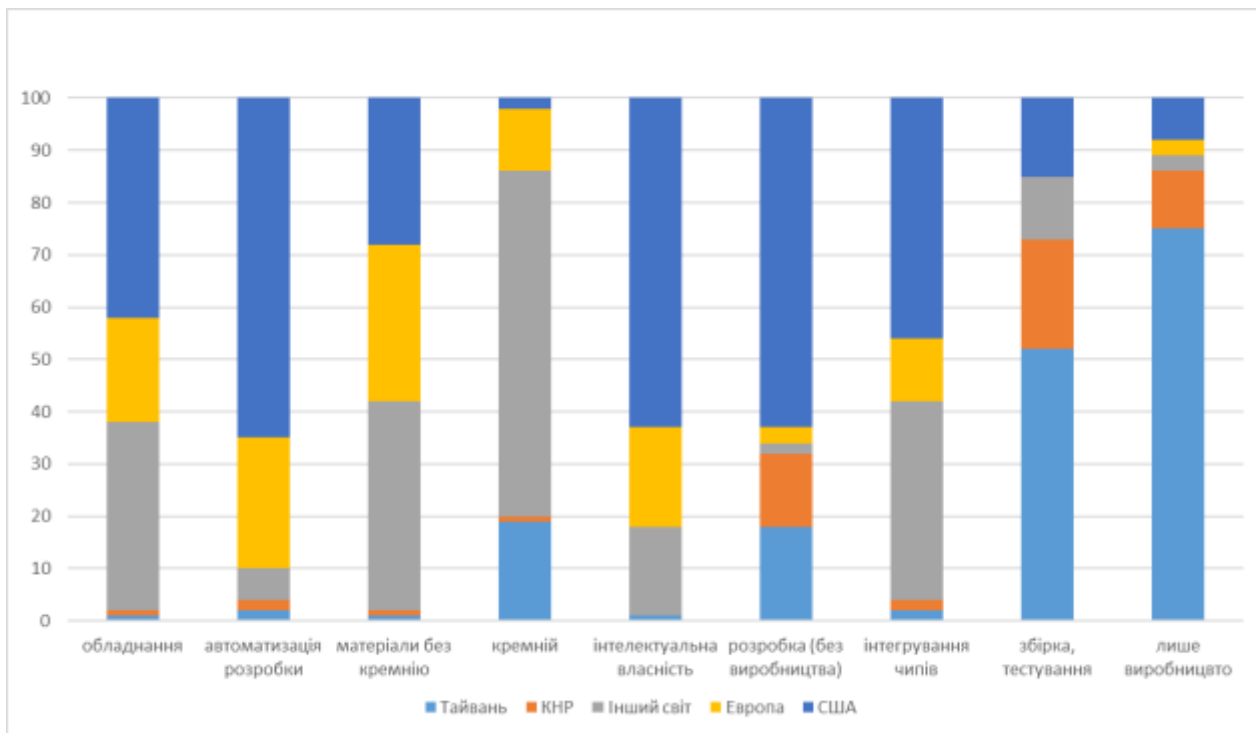


Рисунок 1 – Продажі напівпровідників по ланцюжку створення вартості, %

Напівпровідникову промислову галузь треба розглядати та розуміти обов'язково у контексті кінцевого споживача продукції, що виробляється. У сучасному цифровому світі будь-яка індустрія є безпосереднім або опосередкованим споживачем напівпровідників незалежно від розмірів, діяльності та свого міста знаходження. Відповідно опис мереж та ланцюгів постачання є дуже масштабним питанням, загальні та принципові моменти можливо охарактеризувати наступним чином.

Найбільш важливі ринки для світової напівпровідникової промисловості знаходяться у азійському регіоні з часткою більше 60 відсотків. Такій великий відсоток є прямим наслідком довгострокової тенденції розміщення виробничих площадок побутової електроніки та інших аналогічних галузей до азійського регіону.

Такі напрямки як хмарні обчислювання та зберігання даних, дата центри (персональні комп'ютери, ноутбуки) та галузь цифрового зв'язку (від мобільних

телефонів та планшетів до комунікаційних технологій та інфраструктури) є найбільшим споживачами ринку напівпровідників та займають більш ніж дві треті від загального ринку.

Автомобільна промисловість має дуже великий потенціал для зростання ринку споживання напівпровідників у світі подальшого збільшення електронних систем у сучасних автомобілях.

Промисловість також демонструє значний потенціал для росту оскільки сучасне обладнання потребує високого рівня автоматизації.

Для усвідомлення сучасного розподілу ринку споживання напівпровідників можливо привести той факт, що лише компанія Apple щорічно витрачає на чіпи для свої телефонів та іншої продукції більше ніж виробництво автомобілів загалом у світі [2]. Таблиця 1 демонструє розподіл глобального ринку, коли 10 найбільших споживачів складають 40 відсотків світового ринку напівпровідників [3].

Таблиця 1 – “Рейтинг споживачів напівпровідників у 2020 році (мільйони доларів США)” [3]

Рейтинг 2020	Компанії	Дохід 2020, мільйони дол	Відсоток ринку, %	2019-2020, зростання, %
1	Apple	53,616	11,9	24,0
2	Samsung Electronics	36,416	8,1	20,4
3	Huawei	19,086	4,2	-23,5
4	Lenovo	18,555	4,1	10,6
5	Dell Technologies	16,581	3,	6,4
6	BBK Electronics	13,393	3,0	14,9
7	HP Ink	10,992	2,4	2,4
8	Xiaomi	8,790	2,0	26,0
9	Hon Hai Precision Industry	5,730	1,3	-1,5
10	Hewlett Packard Enterprise	5,570	1,2	0,2
	Інші	261,109	58,0	5,4
	Загалом	449,838	100,0	7,3

Ринки обчислювальної техніки та бездротових комунікацій дуже перспективні з точки зору розвитку галузі, тому що маючи великий абсолютний розмір вони також мають дуже сприятливі прогнози свого зростання у майбутньому. Високий рівень мережевих комунікацій стане запорукою для збереження цих ринків та гарантує їх зростання.

Проте європейській ринок споживання напівпровідників може мати дуже цікаві можливості зростання у галузі машинобудування та у автомобільній промисловості. Ці галузі, у яких Європа є світовим лідером за інноваціями, потребують велику кількість напівпровідників для утримання цього лідерства. Глобальні споживачі, які використовують у своїй продукції напівпровідники можуть собі дозволити робити замовлення необхідної номенклатури безпосередньо у виробника. Проте виробництвом складної техніки, що потребує напівпровідників, займається також середній та невеликий, та, навіть, малий бізнес який не має можливості робити замовлення необхідної продукції безпосередньо у виробників напівпровідників, а також своїми обсягами виробництва не може впливати на асортимент, який є на ринку. Асортимент та обсяги виробництва того чи іншого чіпу повністю залежать від світових споживачів напівпровідників, тренди розвитку та планування обсягів виробництва також спираються на потреби цих споживачів. Саме тому решта гравців ринку змушена пристосовуватися до існуючого асортименту та спиратися на життєвий цикл напівпровідників який декларує виробник [3].

Виробники складної продукції, що потребує чипів, які не можуть робити замовлення безпосередньо у виробників напівпровідників, за для забезпечення своїх потреб звертаються до глобальних або регіональних постачальників напівпровідникової продукції. Такі постачальники мають великі склади та логістичні потужності, а головне можливості безпосередньо замовляти напівпровідники у виробників, маючи підписані з ними довгострокові контракти. Таким чином формується ланцюг, де у початку стоїть замовник, посередні дистриб'ютор, а наприкінці виробник напівпровідників. Правила ринку такі, що коли дистриб'ютор має необхідний покупцю товар на складі, то ціна завжди вище ніж, якщо замовник підписує договір з дистриб'ютором та необхідні напівпровідники замовляють у

виробника під виробництво. Але у разі замовлення під виробництво окрім вигідної ціни, замовник отримує великий термін очікування свого замовлення, наприклад термін постачання на транзистори Infineon наприкінці 2021 року складав від 56 тижнів, а на деякі серії мікроконтролерів виробництва STМ від двох років.

Розрахунок та прогнозування виробництва у горизонті від 1 року є нетривіальним завданням навіть при наявності стабільного попиту та відсутності конкуренції на ринку або якщо її рівень прогнозований, також є глобальні фактори які неможливо прорахувати та прогнозувати. Також при підписанні контрактів з дистриб'юторами на виробництво необхідних напівпровідників кінцевий споживач змушений робити передплату та чекати дуже тривалий час, це додає додаткове навантаження на обмеженні фінансові ресурси, а також суттєво впливає на кінцеву вартість продукту. Всі ці ризики примушують до балансування між вартістю та терміном постачання напівпровідників. Пандемія COVID-19 та інші глобальні виклики показали, що виробники напівпровідників дуже вразливі та їх кількість дуже обмежена, а попит у кризові часи завжди різко зростає, бо споживачі намагаються страхувати свої ризики, розміщують замовлення на майбутнє у надії дочекатися кінця кризи.

Все це дає можливість зробити висновок про необхідність створення ефективного інструменту для розміщення замовлень на напівпровідники відносно потреб малих та середніх споживачів. Цей інструмент повинен мати можливість акумулювати потреби таких споживачів, прораховувати необхідні обсяги та терміни постачання. Також повинен надавати можливість глобальним та регіональним дистриб'юторам спираючись на данні розрахунків цього інструменту робити необхідні складські запаси потрібного асортименту, а також своєчасно робити замовлення у виробників напівпровідників у необхідному обсязі.

Література:

1. Strategies to lead in the semiconductor world : веб-сайт. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/strategies-to-lead-in-the-semiconductor-world> (дата звернення: 12.10.2022).

2. Autobauer rutschen in Chipkrise in der Hackordnung nach unten : веб-сайт. URL: <https://www.derstandard.de/story/2000124353909/autobauer-rutschen-in-chipkrise-in-der-hackordnung-nach-unten> (дата звернення: 12.10.2022).

3. Опыт конференции Gartner : веб-сайт. URL: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2021-02-09-gartner-says-apple-and-samsung-extend> (дата звернення: 12.10.2022).

КРИТЕРІЇ ВИБОРУ ГІС ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

Прачик В.А.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Застосування сучасних інформаційних технологій для екологічного моніторингу дозволяє значно полегшити вирішення завдань, пов'язаних із захистом навколишнього середовища. Програмні продукти, призначені для екологічного моніторингу, належать до класу географічних інформаційних систем.

Основні функції, які повинна вирішувати ГІС:

- моніторинг - за допомогою географічної інформаційної системи можна на основі збору параметрів навколишнього середовища створювати необхідні карти різної тематики з подальшою актуалізацією даних та відстеженням динаміки та масштабів змін, що відбуваються;

- аналіз - забезпечується можливість швидко та якісно аналізувати результати моніторингу із застосуванням методів тимчасового та просторового аналізів, що дозволяють відстежувати появу неочевидних при дослідженні табличних даних залежностей. Результатом такої роботи стає комплексна характеристика території з урахуванням безпеки проживання на ній людини;

- прогнозування- регулярне відстеження екологічних параметрів дозволяє виявляти зміни, зіставляти їх процеси, що супроводжують, і прогнозувати розвиток ситуації в майбутньому. Серед важливих можливостей - моделювання впливу постійно діючого забруднення та екокатастроф, які мають природний чи техногенний характер.

Таким чином основними критеріями вибору ГІС екологічного моніторингу є функціональність, надійність, точність, ціна.

УДК 005.8:332.145

ІННОВАЦІЙНА СКЛАДОВА СТРАТЕГІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МІСТА (НА ПРИКЛАДІ М. КРАКІВ, ПОЛЬЩА)

Фесенко Т.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

Стратегія розвитку міста є важливим фреймворком для міського планування і підтримки сталості. Розвиток сучасного міста вибудовується в системі координат «розумного міста», заснованого на інноваціях, знаннях, інформаційно-комунікаційних технологіях (ІКТ). Концепція «розумного зростання міста» базується на:

- розумній економіці (найсучасніших послугах, виробництві, дослідженнях, що генерують зростання креативних індустрій, демонструють інноваційність, гнучкість ринку праці та ефективну співпрацю між наукою та бізнесом);
- розумних людях (завдяки високій кваліфікації та компетенціям, креативності та здатності до співпраці, підтримки ІКТ-технологій люди прагнуть до постійного покращення якості життя в місті);
- розумному житті (забезпечення доступу до широкого спектру державних послуг (у т.ч. онлайн-послуг), високої якості освіти, охорони здоров'я, піклування про людей похилого віку, сучасну технічну та соціальну інфраструктуру, високий рівень безпеки, культуру та дозвілля, природне середовище та зелені зони);
- розумній мобільності (інтегрована і безпечна транспортна система, яка використовує рішення сектору ІКТ);
- розумному середовищі (оптимізація споживання енергії, зменшення викидів забруднень у навколишнє середовище, використання інфраструктури, засновану на найсучасніших технологіях);
- розумному врядуванні (головну роль в державному врядуванні відіграють компетенції, соціальна участь у прийнятті рішень, прозорість дій та висока якість і доступність публічних послуг).

Серед кращих прикладів інтеграції інноваційної складової у сталий розвиток міста є стратегія Кракова. Пріоритетом в економічній політиці міста визначено

розвиток підприємництва, заснованого на творчості (технологічних компаніях, стартапах) [1]. Досягнення стратегічних цілей Кракова вибудовується на реалізації інноваційних проєктів (рис. 1), зокрема: «Програма розвитку публічних електронних послуг», «Розробка “Public Information Bulletin of the Municipality of Krakow” та сучасних електронних сайтів», «Стратегічна програма цифровізації муніципалітету», «Розвиток системи просторової інформації міста (City Spatial Information System)» та ін. Реалізація цих проєктів і програм посилить діджиталізацію муніципальних послуг мерії, а також технологічну е-зрілість системи управління [2–4]. Для вимірювання прогресу досягнення цілей застосовується система індикаторів, у тому числі й гендерно-сенситивних [5–6] (наприклад, середня тривалість життя жінок і чоловіків).

Дорожня карта для інтелектуальних рішень в Кракові [7] презентує концепції 24 «розумних проєктів»:

- Створення Агломераційної ради мобільності (Establishing the Agglomeration Council of Mobility);
- Розумний автобус (SMART_BUS);
- Карта автобусного транспорту агломерації (Map of Agglomeration Bus Transport KOM);
- Шкільні плани мобільності (School Mobility Plans);
- Стандартизація транспортних рішень (Standardization of transport solutions in KOM);
- Інтегрована інформаційна система для паркінгів (Integrated Information System for car parks);
- Відеодетектор руху для контролю велосипедного руху в Кракові (Video motion detection to control the traffic of bicycles in Krakow);
- Краківський брокер мобільності Краків (Kraków Mobility Broker Krakow);
- Інтелектуальний коридор чистої мобільності (Intelligent Corridor of Clean Mobility);
- Житловий громадський центр місцевої діяльності (Residential Community Centre of Local Activity, SAVE);
- Академія місцевої діяльності (Local Activity Academy);
- Відкрита інформація про місто (Open information about the city);

СТРАТЕГІЧНІ ЦІЛІ РОЗВИТКУ КРАКОВА ДО 2030 РОКУ

Ціль I Краків – місто, яке відкриває гармонійний мегаполіс міжнародного значення у сфері: інновацій, науки, економіки та культури	Ціль II Краків – місто, яке розвиває економіку знань	Ціль III Краків – сучасний мегаполіс, який є креативним і використовує культурний потенціал	Ціль IV Краків – місто, дружнє до життя	Ціль V Сильна спільнота місцевого самоврядування мешканців Кракова	Ціль VI Краків – мегаполіс, яким керують по-сучасному
--	---	--	--	---	--

ІННОВАЦІЙНА ПОЛІТИКА / ПРОЄКТИ / ПРОГРАМИ ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ СТРАТЕГІЧНИХ ЦІЛЕЙ

■ Організація центру дослідження міста та мегаполісу. ■ Програма паркування для міста Кракова. ■ Інтеграція квінків на всі види громадського транспорту в межах КМА (Kracow Metropolitan Area)	■ Програма підтримки підприємств та економіки зростання міста. ■ Програма співпраці міста та Краківського академічного центру. ■ Популяризація систем відкритих даних. ■ Організація центру дослідження міста та мегаполісу. ■ Організація інформаційної платформи для підприємств на сайтах міста. ■ Школа професійного консультування. ■ Конкурс «My First Business».	■ Муніципальна програма відродження Кракова. ■ Відновлення резиденції Музею міського будівництва для розміщення сучасного Музею науки і техніки. ■ Створення сучасного центру Краківської бібліотеки.	■ Муніципальна програма відродження Кракова. ■ Умови розміщення вуличних меблів, рекламних щитів і рекламних засобів та огорож. ■ Організація нової міської інформаційної системи. ■ Розширення «Observatory» – системи просторової інформації міста. ■ Програма підтримки підприємства та економічного зростання міста. ■ Програма розвитку соціального підприємства. ■ Програма захисту навколишнього середовища від електромагнітного випромінювання.	■ Муніципальна програма відродження Кракова. ■ Програма соціальної активізації молоді «Молодь Кракова». ■ Програма соціальної активізації та інтеграції людей похилого віку. ■ Програма розвитку соціального підприємства.	■ Розвиток публічних електронних послуг. ■ Розробка «Public Information Bulletin of the Municipality of Krakow» та сучасних електронних сайтів. ■ Стратегічна програма цифровізації муніципалітету. ■ Розвиток системи просторової інформації міста (City Spatial Information System). ■ Популяризація систем відкритих даних. ■ Організація центру дослідження міста та мегаполісу
--	---	---	--	---	--

Рисунок 1 – Інноваційні проєкти і програми Стратегії сталого розвитку Кракова до 2030 року

- Спільне проектування зелених насаджень (Participatory design of green spaces);
- Мікропарк (Micropark);
- Міські центри (Urban hubs);
- Мережа центрів активності для людей третього віку (Senior Activity Centre Network, CAS);
- Мобільний додаток для виклику екстреної допомоги (“I am near”);
- База даних із заходами для людей третього віку (“Senior Info”);
- Будинок активного та здорового пенсіонера (Home of active and healthy senior “Living Lab”);
- Відкриття даних в установах району Кракова (Opening the data (PILOT) in selected institutions of Kraków Urban Area);
- Створення головного інформаційного директора в міському офісі Кракова та агентства (Establishing Chief Information Officer (CIO) in the City Office of Kraków and the agency in charge of public information for KOM);
- Управління міста Кракова, Головний інформаційний директор, у співпраці з Агентством (The Office of the City of Kraków, Chief Information Officer (CIO), in collaboration with the Agency in charge of public information);
- Карта резидента (Resident Card KOM);
- Додаток Apps4Krk (Application Apps4Krk).

У реалізації інновацій та здійснення розумних проєктів допомагає «Krakowski Park Technologiczny (KPT)» КРТ – інституція бізнес-середовища, яка об’єднує підприємців, науковців та представників місцевої влади і створює екосистему для розвитку економіки Малопольщі. КРТ допомагає у пошуку і залученні інвестицій, надає консультації зі створення стартапів, цифрових рішень для промисловості, хмарних обчислень, обробки даних, мультимедіа, відеоігор і т.ін. (рис.2):

Загалом запропонований фокус висвітлення питань щодо діапазону інноваційних проєктів муніципалітету для досягнення цілей сталого розвитку міста потребує спеціального поглибленого науково-практичного осмислення.

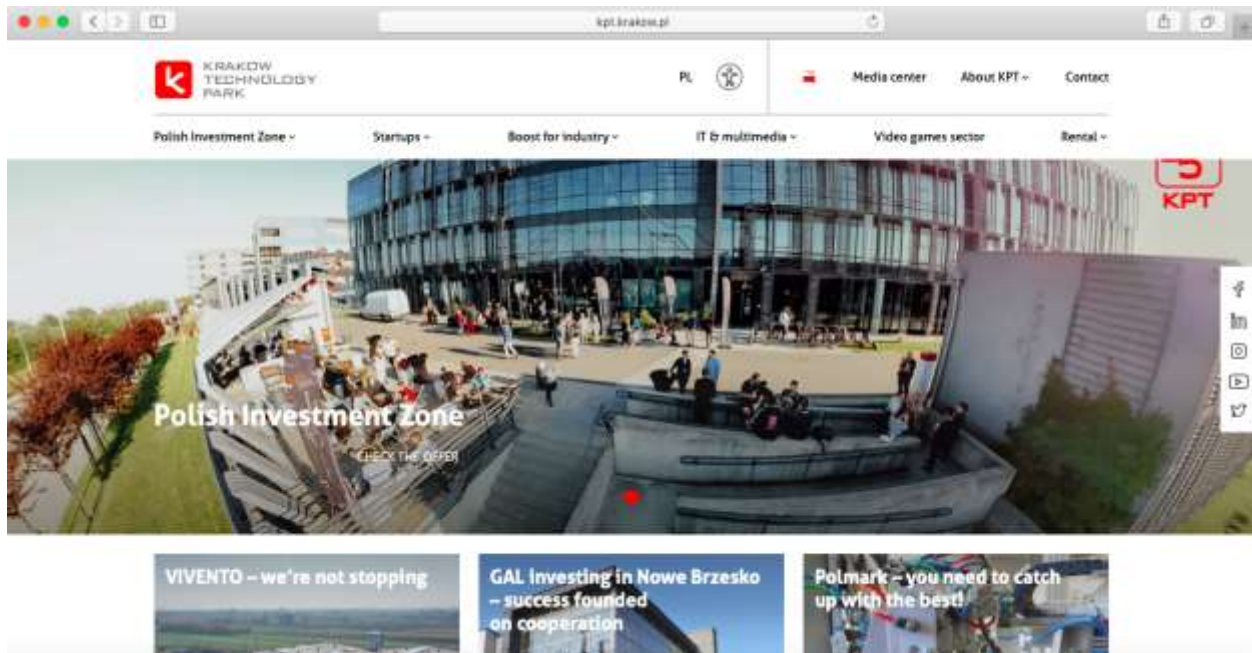


Рисунок 2 – Головна сторінка веб-сайту «Krakowski Park Technologiczny»

Перспективною видається можливість використання кращих європейських практик електронного управління міста [8] та розвитку моделей моніторингу веб-сайтів інституцій і муніципалітетів, відповідальних за реалізацію інноваційних проєктів.

Подяка. Це дослідження було підтримано Фондом Костюшка в рамках Програми «Freedom starts with your mind».

Література:

1. Krakow development strategy. This is where i want to live. Krakow 2030 [Online]. Available: https://www.bip.krakow.pl/?dok_id=94892.
2. T. Fesenko, G. Fesenko «City-Governance: conceptualizing digital maturity model», SOCRATES: Scholarly Research Journal. Vol. 5, № 2, pp. 106–122. 2017.
3. Т. Г. Фесенко, Г. Г. Фесенко, «Електронне управління містом: пошук траєкторії підвищення е-зрілості», Інформаційні технології: теорія і практика: збірник наукових праць III Всеукраїнської інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і

- молодих вчених, 21–22 квітня 2020 р., Харків: ХНУМГ ім. О.М Бекетова, с. 96–97, 2020.
4. G. Fesenko, T. Fesenko, H. Fesenko, A. Shakhov, A. Yakunin, V. Korzhenko, «Developing e-mature model for municipal project and program management system», Eastern-European Journal of Interiorise Technologies, Vol. 1, № 3 (109), pp. 15–28, 2021. doi: 10.15587/1729-4061.2021.225278.
5. G. Fesenko, V. Korzhenko, T. Fesenko, T. Bilousko, H. Fesenko, «“Gender Diversity” as a constant in Sustainable Development Program Management», 2021 IEEE 16th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), 2021, pp. 371-374, doi: 10.1109/CSIT52700.2021.9648756.
6. Т.Г. Фесенко, «Гендермейнстрімінг як вимога управління програмами сталого розвитку», Трансформація соціальних інститутів в інформаційному суспільстві: тези доповідей IV Конгресу соціологічної асоціації України, м. Харків, 28-29 жовтня 2021 року, с. 347–349, 2021.
7. SMART_KOM STRATEGY. Roadmap for smart solutions in Kraków Metropolitan Area. [Online]. Available: <https://cutt.ly/YMJRll6>.
8. Т.Г. Фесенко, Г.Г. Фесенко, «OULU: Інноваційне середовище міста як чинник сталого розвитку громади», Європейський вектор модернізації економіки: креативність, прозорість та сталий розвиток матеріали XII міжн. науково-практ. конф., Харків : ХНУБА, с. 176-178. 2020.

УДК 658.014.1:16

КРИТЕРІЇ ВИБОРУ ВАНТАЖІВКИ ДЛЯ ДОРОЖНЬОГО БУДІВНИЦТВА

Щербань Є.П., Юнашев Д.С.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Питання підтримки автомобільних доріг в необхідному стані залишається найбільш проблемним на Україні. Не секрет, що стан вітчизняних автошляхів, особливо ж у центральних та південних областях, перетворився на проблему загальнонаціонального, якщо не континентального значення. Україна несе величезні втрати внаслідок поганого стану доріг.

Однією з причин цього є не досконала організація процесу будівництва та ремонту доріг, і зокрема, відсутність науково-обґрунтованого підходу до вибору машин для дорожнього будівництва. Серед таких машин важливе значення мають вантажівки, які є основним засобом доставлення необхідних будівельних матеріалів на ділянки будівництва доріг.

Тому створення моделі вибору вантажівки для будівництва доріг, яка має враховувати всю сукупність технічних, економічних та екологічних критеріїв є актуальною проблемою.

Перевезення вантажів для будівництва доріг у порівнянні з перевезеннями вантажів для інших галузей народного господарства мають особливості, до числа яких можна віднести:

- вплив сезонності робіт, що призводить до значних коливань у вантажообігу та обсязі перевезень;
- нерівномірне розміщення будівельних ділянок по окремих районах України;
- важкі дорожні умови роботи рухомого складу, особливо у весняно-осінні періоди;
- короткі терміни будівництва, що вимагають напруженої роботи рухомого складу в період виконання робіт;
- виконання багатьох видів робіт у цілодобовому режимі, що впливає на умови праці робітників.

Одним з найважливіших технічних засобів дорожнього будівництва є самоскиди, що транспортують левову частину сипучих матеріалів, що становлять основний масив вантажів.

Самоскиди представлені на ринку значною групою брендів, які різняться своїми основними параметрами, що робить вибір вдалої альтернативи нетривіальним [1-4].

Ефективність застосування самоскида насамперед описується технічними характеристиками, що безпосередньо впливають на результат його застосування.

Також на вибір певної моделі впливають економічні чинники, що можуть суттєво обмежити коло альтернатив для конкретної установи.

Чималий вплив на результативність використання самоскида має комфортність умов праці при транспортуванні вантажу, тобто ергономічні критерії.

Експлуатаційні критерії, що відображають придатність вантажівки до експлуатації в реальних умовах, також мають бути враховані при виборі.

Отже, вибір вантажівки має відбуватися за технічними, економічними, експлуатаційними та ергономічними групами критеріїв.

Економічні критерії наступні:

- вартість вантажівки;
- вартість експлуатації.

Технічні критерії:

- вантажопідйомність;
- об'єм кузова;
- запас ходу;
- дорожній просвіт;
- максимальна швидкість;
- маневреність;
- якість гальмівної системи.

Ергономіка та комфорт:

- зручність місця водія;
- можливість регулювання руля та сидіння;

- оглядовість з кабіни;
- рівень шуму в кабіні;
- клімат-контроль;
- якість інтерфейсу приладів.

Експлуатаційні:

- тип розвантаження;
- сервісне обслуговування;
- екологічний клас;
- надійність
- система безпеки.

Визначені групи критеріїв дозволяють застосувати відомий метод аналізу ієрархій до вибору вантажівки для дорожнього будівництва [5].

Література:

1. Volvo Trucks представляє нове покоління великотоннажних вантажівок з акцентом на комфорт та продуктивність водія: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.volvotrucks.com.ua/uk-ua/news/press-releases/2020/feb/pr-200227-range.html> (дата звернення: 15.11.2022).
2. DAF презентує будівельні вантажівки нового покоління: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://autoconsulting.ua/article.php?sid=52382> (дата звернення: 15.11.2022).
3. Самоскиди: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=dZ83VQB6mwA> (дата звернення: 15.11.2022).
4. ВАНТАЖНІ АВТОМОБІЛІ IVECO EURO CARGO: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://amaco.int.com/ua/cars_tax/trucks/iveco-eurocargo/ (дата звернення: 15.11.2022).
5. Т. Саати Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993.

МАТЕРІАЛИ

ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ ЗДОБУВАЧІВ
ВИЩОЇ ОСВІТИ І МОЛОДИХ УЧЕНИХ (23 листопада 2022 р., м. Харків)

**КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ
АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ
НА ТРАНСПОРТІ ТА У ВИРОБНИЦТВІ**

Проведена згідно з планом проведення міжнародних, всеукраїнських науково-практичних і науково-методичних конференцій і семінарів Харківського національного автомобільно-дорожнього університету у 2022 р. (Лист ІМЗО від 30.12.2021 № 22.1/10- 2985)

Відповідальність за достовірність наведених в матеріалах даних несуть автори публікацій. Точка зору редколегії не завжди збігається з позицією авторів.

Науковий редактор д.т.н., проф. Гурко О.Г.

Технічний редактор к.т.н., доц. Ільге І.Г..