

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**

20 листопада 2024 р.

Харків 2024

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, 2024. – 386 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

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 «ХПІ»

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

Невлюдов І.Ш., проф., Україна, Харків, ХНУ-РЕ

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

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

Тимчук С. О., проф., Україна, Суми, СумДУ

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

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

© ХНАДУ, 2024

ЗМІСТ

стор.

СЕКЦІЯ 1

КЕРУВАННЯ ТЕХНІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ, РОБОТОТЕХНІКА ТА МЕХАТРОНІКА

ПЕРЕДУМОВИ ТА ТЕНДЕНЦІЇ В РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ Аксьонов О.В.	12
КРИТЕРІЇ ВИБОРУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТУ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ Аносов Р.В.	18
ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ "OPEN SCADA" ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ АБУ Гриценко К.М.	22
АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО АВТОМАТИЧНОГО НАПОВНЕННЯ КОВША НАВАНТАЖУВАЧА Гурко В.О.	26
МІКРОКЛІМАТ У САЛОНІ ДОРОЖНЬО-БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН ТА ЙОГО ОСОБЛИВОСТІ Дудник О.В.	30
АНАЛІЗ СИСТЕМ УПРИСКУВАННЯ ПАЛИВА Каплун Б.А.	36
МАШИННЕ НАВЧАННЯ ПРИ КЕРУВАННІ БУДІВЕЛЬНИМИ РОБОТАМИ Мірошник В.А.	41
МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ БДМ У ПРОГРАМНІЙ ЕКОСИСТЕМІ STM32CUBE Плугіна Т.В., Кісельов К.В., Носаль Б.Ю.	44
АНАЛІЗ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ АСФАЛЬТОБЕТОНУ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ Потапенко А.С.	49
АНАЛІЗ НЕОБХІДНОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ Й АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ДВИГУНОМ Смірнов В.І.	54

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ УСТАНОВОК. Функендорф В.В.	59
КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІЩЕННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ Шеванов А. Е	64
СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ РОБОТОТЕХНІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ У СФЕРІ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ Янушкевич Д.А., Іванов Л.С.	68
ROBOTICS AND AUTOMATION: CHALLENGES AND PROSPECTS FOR INDUSTRIAL PRODUCTION Ormanbekova A.A., Bakyt Zh.A.	73
MEDICAL ROBOTS IN KAZAKHSTAN: CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT Aigerim A.N., Erikzhan A.A., Ulbala B.K., Ulan D.A., Anargul A.S.	78
ANALYSIS OF THE THERMAL CHARACTERISTICS OF A SOLAR HEAT SUPPLY SYSTEM WITH THERMOSIPHON CIRCULATION Tolepberdinova A., Nugmanova S., Ormanbekova A.A.	83
DEVELOPMENT OF ROBOTIC SYSTEMS FOR AUTONOMOUS CONTROL IN SMART CITIES AND INDUSTRY 4.0 Zhaskairatov K., Aliyeva Marta	87
THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING IN THE MANAGEMENT OF HEAT TRANSFER AND COOLING PROCESSES AT PRODUCTION SITES. Zhumabaeva A. K. Ormanbekova A. A., Imanbek B. T.	91
REVIEW OF METHODS FOR DETERMINING OBSTACLES IN THE WAY OF VEHICLES Togzhanova K.O., Nokerova S.O.	95
RESEARCH AND DEVELOPMENT OF A MOBILE RECONNAISSANCE ROBOT Tokbayev S., Zhumahan N.	101
DIGITAL TECHNOLOGIES FOR CONTROL OF HEAT COOLING SUPPLY SYSTEMS AT INDUSTRIAL FACILITIES: INCREASING EFFICIENCY, ECONOMY AND RELIABILITY Mashchanova T.R.1, Ormanbekova A.A. , Nugmanova S. A.	107

СЕКЦІЯ 3
ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ ТА ВБУДОВАНІ СИСТЕМИ

OVERVIEW OF DIGITAL LOCKS WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE	112
Lvov A.A., Sotnik S.V.	
OVERVIEW OF COMPUTER VISION AREAS APPLICATION FOR INSPECTION AND QUALITY CONTROL	117
Khalimonov Y.I., Sotnik S.V.	
RESEARCH AND DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT CONTROLLED AIR EXCHANGE SYSTEM FOR USE IN STANDARD CONDITIONS BASED ON IOT	122
Dzhumabekova Z.A., Fazylov N.N.	
REMOTE MONITORING USING THE KERAS LIBRARY	126
Kashaganova G.B., Ilakhunov P.Kh.	
ANALYSIS OF CLOUD AUTHENTICATION SYSTEMS FOR BIOMETRIC DATA	131
Assylbek D.O.	
IOT AIR EXCHANGE CONTROL SYSTEM	136
Sultanbay A.J.	

СЕКЦІЯ 4
ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
НА ВИРОБНИЦТВІ ТА В ОСВІТІ

ВИБІР МЕТОДІВ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ	142
Білик Г. В., Д'яков О.Д.	
СТРУКТУРНИЙ СИНТЕЗ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ДОСТУПУ НА ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТАХ	146
Горбань А. Ю., Безкоровайний В. В.	
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА «ВОДНІ РЕСУРСИ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ»	150
Д'яков О.Д.	
ГРАФІЧНИЙ ІНТЕРФЕЙС КОРИСТУВАЧА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПІД-РЕГУЛЯТОРІВ	153
Добрянський Р. О.	

ВИКОРИСТАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПУХЛИН МОЗКУ Ейдлін Р.В., Колесник Л.В.	157
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ СУБД У PYTHON- ПРОЄКТАХ Запорожцев Д.С., Запорожцев М.С.	162
РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ СКЛАДСЬКИМ ОБЛІКОМ Зуєнко Е.М., Абраменко І.Г.	166
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ Ключко О.В., Безкоровайний В.В.	169
АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ ПОШУКУ ТРАЄКТОРІЙ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ Коваленко Д.О.	174
РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ВОДОПОСТАЧАННЯМ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ Котляренко А.В., Абраменко І.Г.	179
РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКИМ ВИРОБНИЦТВОМ Кравченко Р.Г., Абраменко І.Г.	183
ВИБІР СУБД ДЛЯ СТВОРЕННЯ CRM ТРАНСПОРТНОЇ КОМПАНІЇ Кононихін О.С., Ксенофонов Є.Р.	186
ІНТЕГРАЦІЯ КАТАЛОГУ ДОРОЖНЬО-БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В СИСТЕМУ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ Кононихін О.С., Мірошніченко Д.В.	190
АКТУАЛЬНІСТЬ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ ЗА ДОТРИМАННЯМ СТРАХОВИХ ЗОБОВ'ЯЗЕНЬ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ АВТОМОБІЛЬНИХ НОМЕРІВ Кононихін О.С., Спасьонов К.С.	194
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІНТЕГРАЦІЇ RTK-НАВІГАЦІЇ В АСФАЛЬТОУКЛАДАЧАХ CATERPILLAR, VÖGELE ТА DYNAPAC Кудінов Є.О.	197
МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПОШУКОВОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИБОРУ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ЗАСОБІВ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ Купцова А.В.	201

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИБОРУ СЕРВЕРІВ ДЛЯ СИСТЕМИ СУПУТНИКОВОГО МОНІТОРИНГУ АВТОТРАНСПОРТУ Малік Д.О., Сердюк О.В.	205
АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ПРОЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ Моїсеєнко Р.С.	209
МЕТОДИ ПРОГРАМНОГО МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ НА ЕЛЕВАТОРНОМУ КОМПЛЕКСІ Піскарьов О.М., Мостовий А.В.	213
РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ НА ТВАРИННИЦЬКІЙ ФЕРМІ Панчук О.В., Абраменко І. Г.	217
РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕВАТОРНИМ КОМПЛЕКСОМ Піскарьов О.М., Тимко В.Й.	220
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ У ТЕПЛИЧНОМУ КОМПЛЕКСІ Піскарьов О.М., Шульга О.Є.	223
МОДУЛЬ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВАНТАЖУ ІТ-ІНФРАСТРУКТУРИ СКЛАДСЬКОГО ТЕРМІНАЛУ Плугіна Т.В., Бондарева К.С., Сердюк О.В.	226
РЕІНЖИНІРИНГ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ ПРИ ПЕРЕХОДІ ДО ТЕХНОЛОГІЇ BYOD Приткова К. В., Безкоровайний В. В., Кисельова О. Б.	232
ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДОКУМЕНТООБІГУ АТП Сергієнко К.В.	236
РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ПРИГОТУВАННЯ ВІТАМІННОГО БОРОШНА Серпутович М.В., Абраменко І. Г.	240
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АКТУАЛІЗАЦІЇ ПОЛЮСІВ АВТОСТРАХУВАННЯ Спасьонов К.С.	244

АНАЛІЗ КРИТЕРІЇВ ДЛЯ ВИБОРУ CRM СИСТЕМИ ДЛЯ СТАРТАПУ ІТ КОМПАНІЇ Філь Н.Ю., Белогуров С.О.	248
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТІВ ДЛЯ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ ЛОГІСТИЧНОЇ КОМПАНІЇ Хейло І.С., Колесник Л.В.	251
БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ЕЛЕМЕНТ ЦИФРОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ Хорошайло Ю. Є., Сезонова І. К.	254
СИСТЕМА КЕРУВАННЯ РУХОМ КРОКУЮЧОГО РОБОТА Щербачов О. В.	257
МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОНАННЯ ПАКЕТІВ РОБІТ У КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОМУ ВИРОБНИЧОМУ ПРОЦЕСІ Щолоков І. С., Безкоровайний В. В.	261
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ПРАЦЕВЛАШТУВАННЯ ВИПУСКНИКІВ КАФЕДРИ Мірошніченко Д.В.	265
ADAPTIVE LEARNING WITH AI: ANALYSIS OF EXISTING SOLUTIONS AND DEVELOPMENT PROSPECTS Altynali N.	272
ANALYSIS OF AI-DRIVEN APPROACHES TO PROFESSIONAL SELF-DETERMINATION: A FOCUS ON PSYCHOLOGY, SKILLS, AND MARKET TRENDS Zhaxygeldiyeva K.	277
BLOCKCHAIN IN EDUCATION: STUDYING SMART CONTRACTS TO CREATE A DECENTRALIZED SYSTEM Koshkinbayeva B., Kalpeyeva Z.	288
RESEARCH ON THE CHARACTERISTICS OF CRIMINAL OFFENSES IN THE FIELD OF INFORMATION AND COMMUNICATIONS Yuldashev R., Kalpeyeva Z.	294
USER PREFERENCES FOR UI DESIGN ELEMENTS: IMPACT ON LEARNING AND SKILL DEVELOPMENT ON COURSERA, EDX, AND STEPIK Ospankhan A., Kalpeyeva Z.	300
DESCRIPTION OF THE CONCEPTUAL-ARCHITECTURAL MODEL OF THE SMART CITY Togzhanova K.O., Rametov N	306

ANALYSIS OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY	315
Kashaganova G.B., Sekushin N.S.	
USING ARTIFICIAL TEXT TO PERSONALIZE E-LEARNING	319
Segizbay M.B., Kozhamkulova Zh.Zh., Togzhanova K.O.	
THE ROLE OF SOFTWARE IN CONTROLLING ROBOTIC SYSTEMS	325
Iskakova T.K., Kosherbayev B.O., Angarbekov U.D.	
PREDICTIVE MAINTENANCE USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING	329
A.A. Tleuova, G.S. Beketova	

СЕКЦІЯ 5
УПРАВЛІННЯ ПРОГРАМАМИ ТА ПРОЕКТАМИ, ПРОБЛЕМНІ
ПИТАННЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

МОДЕЛЬ ВИБОРУ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИСТОСТІ ПО ОБЛИЧЧЮ	335
Андрющенко В.Т., Шевченко Б.Р.	
ВИБІР ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ВЕРСТАТІВ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ	338
Аносов Р.В., Ільге І.Г.	
МОДЕЛЬ ВИБОРУ ТРАКТОРА ДЛЯ КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА	342
Бондарев О. О.	
ДЕКОМПОЗИЦІЯ ЗАДАЧІ СИСТЕМНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТІВ ЛОГІСТИЧНОЇ МЕРЕЖІ	346
Кобильник М. Є., Безкоровайний В. В.	
КРИТЕРІЇ ВИБОРУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ	351
Нефьодов Л.І., Ільге О.І.	
ВИБІР ПРОЄКТІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТА В УМОВАХ РИЗИКУ	355
Філь Н.Ю., Донець О.А.	
ОЦІНКА РІВНЯ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРА ЕКСКАВАТОРА ЗА БАГАТЬМА КРИТЕРІЯМИ	361
Філь Н.Ю., Древаль І.В.	
ЗАДАЧА СИНТЕЗУ ІНФОРМАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ	366
Філь Н.Ю., Ісаджаннян А.М.	

ЗАДАЧА ВИБОРУ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ Філь Н.Ю., Кисляков О.Б	372
СТРУКТУРНА МОДЕЛЬ ВИБОРУ МАЛОТОННАЖНОЇ ВАНТАЖІВКИ Юнашев Д. С.	378
АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ QUALITY 5.0 НА СУЧАСНИХ ВИРОБНИЦТВАХ Янушкевич Д.А., Іванов Л.С.	382

СЕКЦІЯ 1

КЕРУВАННЯ ТЕХНІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ, РОБОТОТЕХНІКА ТА МЕХАТРОНІКА

УДК 62-8

ПЕРЕДУМОВИ ТА ТЕНДЕНЦІЇ В РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Аксьонов О.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Електромобіль - це транспортний засіб, приведений в рух електричним двигуном, який отримує енергію від акумуляторної батареї або іншої системи накопичення електричної енергії, такий як паливні елементи [1]. На відміну від традиційних автомобілів з двигунами внутрішнього згорання, електромобілі не використовують бензин або дизельне паливо і не викидають вихлопні гази під час руху, що робить їх екологічно чистим рішенням для транспортування.

Електромобілі мають декілька ключових відмінностей від традиційних транспортних засобів з двигунами внутрішнього згорання, а також від гібридних автомобілів. Ось основні відмінності.

1. Джерело енергії:

- електромобілі (EV) - використовують електроенергію, що зберігається в акумуляторах, для живлення електричних двигунів;
- транспорт з ДВЗ - працюють на викопному паливі (бензин, дизель), спалюючи його для отримання енергії;
- гібридні автомобілі - поєднують двигун внутрішнього згорання з електричним мотором, де обидва типи двигунів можуть працювати разом або по черзі.

2. Викиди і екологія:

- електромобілі - не викидають вуглекислий газ і інші забруднюючі речовини при експлуатації, що робить їх екологічно чистими. Проте виробництво акумуляторів і генерація електроенергії можуть мати екологічний слід;
- транспорт з ДВЗ - виділяють вихлопні гази, включаючи CO₂, що сприяє забрудненню повітря і зміні клімату;

- гібриди - викидають менше шкідливих речовин, чим автомобілі з ДВС, але все таки використовують паливо, тобто мають викиди при роботі двигуна внутрішнього згорання.

3. Технологія двигуна :

- електромобілі - працюють на електричних двигунах, які забезпечують миттєвий момент, що крутить, що дає плавніше і швидше прискорення в порівнянні з двигунами внутрішнього згорання;

- Транспорт з ДВЗ - працюють на механічних двигунах, які вимагають спалювання палива для виробництва енергії і можуть мати затримки у відгуку на педаль газу;

- Гібриди - використовують обидві технології (ДВС і електромотор), що може давати комбінацію переваг обох типів двигунів.

4. Енергоефективність:

- електромобілі - помітно більше енергоефективні, оскільки електричні двигуни використовують близько 85-90% енергії, що поступає з акумулятора, тоді як двигуни внутрішнього згорання втрачають значну частину енергії у вигляді тепла;

- транспорт з ДВЗ - має ККД в районі 20-30%, оскільки велика частина енергії втрачається при згоранні палива;

- гібриди - мають підвищену енергоефективність в порівнянні із звичайними ДВЗ за рахунок використання електричного компонента, але все таки втрачають енергію при роботі бензинового двигуна.

5. Заправка і зарядка :

- електромобілі - заряджаються від електричної мережі або на спеціальних зарядних станціях. Зарядка може займати від 30 хвилин (швидка зарядка) до декількох годин (домашні зарядні пристрої);

- транспорт з ДВЗ - заправляється на автозаправних станціях за лічені хвилини;

- гібриди - заряджаються паливом і, у разі гібридів (PHEV), що підключаються, можуть також заряджатися від електромережі.

6. Вартість експлуатації :

- електромобілі - мають нижчі витрати на обслуговування, оскільки електричні двигуни менш схильні до зносу, не вимагають заміни олії і мають менше частин, що рухаються. Вартість електрики також, як правило, нижче вартості бензину або дизеля;

- транспорт з ДВЗ - більш висока вартість експлуатації із-за витрат на паливо і частішого обслуговування(заміна олії, фільтрів, свічок запалення і так далі);

- гібриди - поєднують особливості обох типів, хоча їх обслуговування може бути дорожче із-за складнішої конструкції.

7. Запас ходу :

- Електромобілі - запас ходу залежить від місткості акумулятора і може варіюватися від 200 до 600+ км на одному заряді. Проте зі збільшенням числа зарядних станцій цей недолік поступово стає менш значимим;

- транспорт з ДВЗ - має більший запас ходу на одній заправці в порівнянні з більшістю електромобілів, і час на заправку значно менший;

- гібриди - запас ходу може бути більший за рахунок використання бензинового двигуна, при цьому короткі поїздки можуть виконуватися виключно на електриці.

Ці відмінності показують, що електромобілі стають усе більш конкурентоздатними в порівнянні з традиційними автомобілями завдяки своїм екологічним перевагам і низьким експлуатаційним витратам.

Коли йдеться про розвиток електромобілів, важливо розглянути декілька ключових передумов, які стали каталізаторами цього процесу, а також тенденції, які впливатимуть на майбутнє ринку. Ось короткий огляд основних моментів :

Передумови розвитку електромобілів.

1. Екологічна обізнаність і законодавство. Прагнення до скорочення викидів вуглекислого газу і боротьба зі зміною клімату - одні з найважливіших чинників розвитку електромобілів. Уряди багатьох країн

встановлюють строгі норми по зниженню викидів від транспортних засобів, що стимулює перехід на електромобілі.

2. Зростання цін на нафту і залежність від викопного палива. Коливання цін на нафту і заклопотаність із-за енергетичної залежності від деяких країн також сприяють розвитку альтернативних джерел енергії, таких як електромобілі.

3. Технологічний прогрес в акумуляторних батареях. Поліпшення технологій акумуляторів - ключовий чинник зростання електромобілів. Розробка літій-іонних батарей дозволила збільшити дальність поїздок на одному заряді, скоротити час зарядки і понизити вартість електромобілів, зробивши їх доступнішими для масового ринку.

4. Стимули від уряду і субсидії. Важливу роль грають різні програми субсидування і податкових пільг для власників електромобілів. Це робить купівлю електромобіля привабливішою і стимулює попит.

5. Розвиток зарядної інфраструктури. Світове розширення мережі зарядних станцій для електромобілів дає можливість водіям заряджати свої машини швидше і зручніше, що знімає бар'єр для їх повсюдного поширення.

Тенденції в розвитку електромобілів.

1. Зростання частки ринку електромобілів. Продажі електромобілів продовжують рости на усіх ключових ринках, таких як Європа, Китай і США. Очікується, що до 2030 року доля електромобілів може досягти 30-40% світового автомобільного парку.

2. Електрифікація комерційного транспорту. Тенденція торкається не лише легкових автомобілів. Все більша увага приділяється електрифікації комерційного транспорту - від автобусів і вантажівок до доставки на «останній милі». Це допоможе істотно скоротити забруднення в міських районах.

3. Інтеграція електромобілів в "розумні" енергетичні мережі (smart grid). Електромобілі стають частиною ширшої енергетичної екосистеми. Технології двосторонньої зарядки (V2G) дозволять електромобілям віддавати

енергію назад в мережу, що буде корисно для балансування попиту і пропозиції в енергосистемах.

4. Розвиток технологій автономного водіння. Електромобілі і автономні технології все частіше йдуть рука в руку. Розвиток автономних систем може зробити електромобілі ще привабливішими, знижуючи вартість володіння і експлуатації.

5. Інновації в області акумуляторів. Тривають дослідження і розробки більше містких і довговічних акумуляторів. Очікується, що найближчими роками на ринку з'являться дешевші і ефективніші батареї на основі твердих електролітів, які замінять літій-іонні батареї.

6. Зниження вартості володіння. Падіння цін на акумулятори і розвиток технології сприятимуть зниженню вартості володіння електромобілем, що посилюватиме попит.

На основі аналізу тенденцій розвитку електромобілів можна зробити наступні ключові висновки.

1. Зростання популярності і частки ринку електромобілів.

Електромобілі продовжують набирати популярність, і їх доля на ринку автомобільної промисловості стабільно збільшується. Це пов'язано з екологічними перевагами, що ростуть інвестиціями в інфраструктуру зарядних станцій, а також поступовим зниженням вартості електромобілів завдяки технологічним інноваціям, особливо в області акумуляторів.

2. Перехід на екологічно чистий транспорт стає неминучим.

Із-за посилення нормативних вимог по зниженню викидів парникових газів і екологічної обізнаності споживачів автовиробники активно переходять на виробництво електромобілів. Це сприяє формуванню глобальної тенденції до декарбонізації транспортного сектора.

3. Інновації прискорюють розвиток.

Прогрес в технологіях акумуляторів, таких як створення дешевших і ефективніших батарей на твердих електролітах, а також розвиток систем автономного водіння сприятимуть подальшому зростанню електромобілів.

Найближчими роками ці технології зроблять електромобілі ще конкурентоздатнішими і привабливішими для споживачів.

4. Комерційний транспорт і нові сектори також перейдуть на електротягу.

Електрифікація комерційного транспорту, від вантажівок до автобусів, стає новою важливою областю розвитку, що дозволить скоротити викиди в масштабах усієї транспортної системи. Крім того, інтерес до використання електромобілів в логістиці і інших секторах також посилюється.

5. Зниження вартості володіння електромобілем.

Завдяки зниженню цін на акумулятори і нижчим експлуатаційним витратам, володіння електромобілем стає економічно вигіднішим, ніж володіння автомобілем з двигуном внутрішнього згорання. Це стимулюватиме подальше зростання попиту на електромобілі.

Висновок. Електромобілі не лише стають важливою частиною майбутнього автомобільної галузі, але і грають ключову роль в глобальній екологічній трансформації. За підтримки урядів, інноваційних технологій і розвитку інфраструктури цей сектор продовжить активно розвиватися і в довгостроковій перспективі може повністю змінити транспортну систему, зробивши її стійкішою і екологічно чистішою.

Література:

1. Електромобіль. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Електромобіль>.
2. Порівняння електромобіля з автомобілем ДВЗ. URL: <https://atlantenergy.com.ua/porivnyannya-elektromobilya-z-avtomobilem-dvz//>
3. Електромобілі, гібридні і водневі автомобілі: історія, відмінності, модифікації. URL: https://www.avtoradosti.com.ua/ua/news/04_2020/748.html?srsItd=AfmBOorDchNO6LGwzbI5OnyireQ8ToQs-oMxkTmu6ThhQ0T1sw3tXRFA/.
4. Як електромобілі змінюють майбутнє енергетики. URL: https://www.epravda.com.ua/cdn/cd1/2024/elektromobili_zminiuiut_maibutni_e/.

УДК 658.014: 004.9

КРИТЕРІЙ ВИБОРУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТУ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ

Аносов Р.В.

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
Харків*

Широке застосування засобів автоматизації є головною рисою сучасного виробництва, і, зокрема, технологічних процесів металообробки. Важливе значення в даній галузі набуває використання верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК).

Верстати з програмним керуванням представлені в багатьох типах і зазвичай класифікуються у відповідності до основних функцій, що виконує певний верстат [1].

Найбільше поширення в промисловості отримали верстати з ЧПК, що виконують наступні операції [2]:

- фрезерна обробка;
- токарна обробка;
- електроерозійні операції;
- операції з обробки листів;
- розточувальні операції;
- мультизадачна обробка, тощо.

В процесі обробки за допомогою верстатів даного типу можна виокремити декілька стадій .

По-перше, необхідно створити з використанням спеціалізованого програмного забезпечення комп'ютерну модель 3D типу або креслення для площинної моделі.

По-друге, треба розробити траєкторію руху відповідних інструментів в процесі обробки та виконати її перевірку, можливо із застосуванням засобів візуалізації.

По-третє, для реалізації процесу обробки необхідно привести в дію програмне забезпечення, що безпосередньо керує виконуючими механізмами верстату з ЧПУ через G-код.

Ефективність виконання кожної з перелічених вище стадій при використанні верстатів з ЧПК значною мірою залежить доцільного вибору програмного забезпечення [3].

Ринок програмного забезпечення для станків з ЧПУ характеризується великою кількістю представлених зразків с різними техніко-економічними параметрами, тому для доцільного вибору програмного забезпечення треба застосувати обґрунтовану систему критеріїв.

Базовою стадією, що в переважній мірі визначає ефективність всього процесу застосування верстату з ЧПК, є розробка моделі, тому необхідно першочергово розглянути критерії вибору програмного забезпечення саме для цієї стадії.

Економічні критерії відіграють важливу роль при виборі програмного забезпечення. Окрім вартості певного комплекту, що може слугувати бар'єром для придбання програми, також треба врахувати наявність безкоштовних версій або наявність безкоштовного випробувального терміну, що допоможуть оцінити переваги і недоліки програмного забезпечення в процесі його використання.

Технічні критерії є визначальними при виборі програмного забезпечення, бо вони впливають на спроможність надати розробнику засоби для вирішення його задач у визначений термін.

Серед цієї групи критеріїв перше місце займає функціонал, що має певна програма для розробки моделі виробу, бо саме він визначає наявність переліку необхідних програмних інструментів.

Однак крім функціоналу, суттєве значення має трудомісткість використання програмного забезпечення, зважаючи на необхідність побудови моделі в стислі строки.

Наявність можливості адаптувати певне програмне середовище під вирішення конкретних виробничих завдань також в значній мірі впливає на результативність застосування програми.

І, нарешті, наявність і ступінь CAD/CAM інтеграції має також врахована при виборі, бо вона суттєво впливає на загальну ефективність застосування програмного забезпечення.

Будь-який програмний продукт має використовувати розробник моделі, тому користувацькі критерії неможливо оминати при виборі.

Навіть найдосконаліший функціонал не буде повною мірою використаний для створення моделі при відсутності зручного інтерфейсу в програмному продукті.

Легкість освоєння певного програмного пакету також варто врахувати, бо вона впливає на загальну тривалість розробки моделі.

Наявність в програмі вбудованих засобів автоматизації створення і редагування моделі також може значно вплинути на трудомісткість і тривалість створення моделі.

Як правило, сучасні програмні комплекси для моделювання є складними системами, що не завжди досконало працюють, тому наявність і рівень технічної он-лайн підтримки від команди розробника програми є важливим критерієм при виборі програми.

Таким чином, визначено економічні, технічні та користувацькі групи критеріїв для вибору програмних засобів фрезерного верстату з числовим програмним керуванням, що дозволяє здійснювати пошук доцільної альтернативи на основі науково-обґрунтованих методів, що базуються, зокрема на базі експертних оцінок [4].

Література:

1. Інноваційне обладнання автоматизованого виробництва. Конструктивні особливості та основи програмування верстатів з числовим програмним керуванням: навчальний посібник для студентів спеціальності

131 «Прикладна механіка» спеціалізації «Технології комп'ютерного конструювання верстатів, роботів та машин» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Ковальов В.А., Гаврушкевич А.Ю., Гаврушкевич Н.В. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 158с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/50c7ca2b-c60b-4db9-bd53-738420847db4/content> (дата звернення: 25.10.2024).

2. Все про ЧПК верстати. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://abplanalp.ua/vse-pro-chpu> (дата звернення: 25.10.2024).

3. Найкраще програмне забезпечення для ЧПУ 2022 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://raptorcnc.com.ua/ua/a476424-luchshee-programmnoe-obespechenie.html> (дата звернення: 25.10.2024).

4. Saaty T. L. The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill 1980, Newyork.

УДК 621.337.1

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ "OPEN SCADA" ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ АБУ

Гриценко К.М.

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
Харків*

Системи управління, автоматизації та збору даних (SCADA) відіграють ключову роль у сучасному світі, забезпечуючи контроль та управління складними технологічними процесами [1].

Метою дослідження є підвищення ефективності підготовки операторів асфальто-бетонних установок, за рахунок застосування SCADA/HMI технології. Практичним результатом дослідження буде створення тренажера для підготовки оператора асфальтобетонних установок (АДУ) .

Використання SCADA/HMI технологій у тренажері покращить якість підготовки операторів через реалістичну симуляцію виробничих процесів та навчання ефективному управлінню установкою [1].

Для досягнення мети потрібно виконати наступні задачі [1]:

1 Обґрунтування вибору теми дослідження: опис важливості підготовки операторів асфальтобетонних установок. Потреба в інтерактивних тренажерах для безпечного та ефективного навчання. Визначення ролі SCADA/HMI технологій у створенні таких тренажерів.

2. Провести аналіз існуючих рішень SCADA/HMI в навчальних тренажерах.

3. Розробити та обґрунтувати технічні вимоги для SCADA/HMI тренажера.

4. Провести аналіз та обґрунтувати методи прийняття рішення щодо вибору програмного та апаратного забезпечення в різних умовах невизначеності інформації.

5. Розробити математичні моделі вибору програмного та апаратного забезпечення в різних умовах невизначеності інформації.

6. Розробити архітектуру системи SCADA для відтворення ключових операцій асфальтобетонної установки. Провести проектування інтерфейсу користувача (HMI) для тренажера.

7. Розробити прототип тренажера, що відтворює основні операції асфальтобетонної установки. Провести тестування прототипу та оцінити його ефективність.

На підставі аналізу програмного забезпечення для розробки SCADA/HMI тренажера (наприклад, WinCC, Wonderware, Ignition, Citect), обрана вітчизняна ПЗ "Open SCADA" [2, 3].

Вітчизняна система "Open SCADA" є потужним інструментом, який, завдяки своїй відкритій архітектурі, надає широкі можливості для розробки та налаштування. Вона має відкриту архітектуру, що дозволяє користувачам модифікувати та розширювати її функціональність відповідно до конкретних вимог. Система призначена для моніторингу та управління технологічними процесами у різних галузях, таких як енергетика, нафтогазова промисловість, хімічна промисловість та інші.

Розглянемо основні властивості обраного ПЗ [2, 3].

Були виявлені ключові модулі та компоненти, такі як:

1. Модуль блокового обчислювача, який відповідає за виконання математичних операцій та обробку даних.

2. Модуль менеджменту даних, який забезпечує зберігання та керування даними, що надходять від різних джерел.

3. Модуль графічного інтерфейсу, який відповідає за створення та відображення мнемосхем, забезпечуючи візуальний контроль за процесами.

Модуль блокового обчислювача є серцем системи Open SCADA. Він дозволяє описувати складні технологічні процеси за допомогою математичних формул та алгоритмів. Кожен елемент системи, такий як насос, клапан або датчик може бути представлений у вигляді блоку з певними

вхідними і вихідними параметрами. Ці блоки зв'язуються між собою, утворюючи ланцюжки обчислень, які моделюють реальні процеси для підприємства [2, 3].

Модуль менеджменту даних забезпечує зберігання та обробку інформації, що надходить від різних джерел. Він відповідає за синхронізацію даних між модулем блокового обчислювача та графічним інтерфейсом. Завдяки цьому модулю оператори можуть отримувати актуальну інформацію про стан технологічних процесів в режимі реального часу [2, 3].

Модуль графічного інтерфейсу відповідає за створення та відображення мнемосхем. Мнемосхеми є візуальні моделі технологічних установок, на яких відображаються всі елементи системи. Оператори можуть як спостерігати станом процесів, а й управляти ними, змінюючи параметри окремих елементів на мнемосхемі.

Навчальний комплекс включатиме методичні вказівки щодо створення віджетів, обробки подій та управління мнемосхемами [2, 3].

Переваги використання "Open SCADA":

1. Вітчизняне виробництво: Система розроблена в Україні, що забезпечує її відповідність вітчизняним стандартам та вимогам.
2. Відкрита архітектура: Можливість модифікації та розширення функціональності системи дозволяє студентам глибше вивчати її внутрішній устрій.
3. Моделювання підприємств Система дозволяє створювати моделі цілих підприємств, що дає студентам можливість практично застосовувати отримані знання [2, 3].

Недоліком використання "Open SCADA": документація виявилася недостатньо докладною і структурованою. Вона містила основні відомості про функціональність системи, але не давала повного уявлення про її внутрішню архітектуру та взаємодію компонентів. У зв'язку з недостатньою інформативністю документації було прийнято рішення звернутися до

вихідного коду системи. Вивчення вихідного коду дозволило отримати більш глибоке розуміння принципів "Open SCADA" [2, 3].

Висновок:

Дослідження системи "Open SCADA" показало, що вона є потужним інструментом для моніторингу та управління технологічними процесами. Завдяки відкритій архітектурі та можливості модифікації система може бути ефективно використана в освітніх цілях. Надалі планується розробка навчального комплексу на базі "Open SCADA" для кафедри АКІТ, що дозволить студентам освоїти створення віджетів, обробку подій та управління мнемосхемами. Це відкриє нові можливості для практичного застосування знань у галузі автоматизації та управління.

Література

1. Пупена О.М. Розроблення людино-машинних інтерфейсів та систем збирання даних з використанням програмних засобів SCADA/HMI. URL: <https://pupenasan.github.io/hmibook/> (дата звернення: 08.10. 2024).
2. Офіційний сайт проекту «Open SCADA». URL: <http://oscada.org/ua/golovne/> (дата звернення: 08.10. 2024).
3. Документація сайту проекту «Open SCADA». URL: <http://oscada.org/wiki/Home/uk> (дата звернення: 08.10. 2024).

УДК 62-932:62.532

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО АВТОМАТИЧНОГО НАПОВНЕННЯ КОВША НАВАНТАЖУВАЧА

Гурко В. О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Переміщення сипучих матеріалів є невід'ємною частиною багатьох будівельних робіт. Основною машиною, яка при цьому використовується, є колісний навантажувач. Типовий робочий цикл колісного навантажувача складається з трьох етапів: завантаження ковша матеріалом, транспортування матеріалу і його вивантаження. Переміщення навантажувача під час транспортування матеріалу між точками завантаження і вивантаження може здійснюватися з використанням супутникових навігаційних систем GPS-навігації або більш складних методів з області мобільної робототехніки [1]. Вивантаження матеріалу є відносно простим завданням для автоматизації і може бути виконане шляхом програмного керування, хоча в складніших випадках необхідно використовувати системи машинного зору для оцінки відстані ковша до транспортного засобу [2].

Стосовно фронтальних навантажувачів найскладнішим є завдання автоматичного завантаження ковша матеріалом. З погляду підвищення продуктивності навантажувача, а також для зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище необхідно, щоб ківш заповнювався матеріалом максимально за мінімізації механічних навантажень на механізмі стріли та на машину в цілому.

Більшість наявних робіт, присвячених автоматизації навантажувачів, зосереджені на завданні автоматичного черпання матеріалу і практично не розглядають питання вибору місця для початку черпання, покладаючись при цьому на людину-оператора. І вже після контакту ковша з матеріалом система управління бере на себе виконання операції наповнення ковша. Водночас на наповнюваність ковша впливає його положення перед початком

черпання матеріалу. Ківш навантажувача має входити у забій із матеріалом горизонтально. В іншому разі буде складніше повністю заповнити ківш, і буде складніше зберегти гарний профіль забою. По горизонталі ківш слід орієнтувати так, щоб більше об'єму матеріалу знаходилося в середині ковша, а не по його краях. Це дає змогу запобігти асиметричному навантаженню на ківш.

Наявні підходи щодо автоматичного заповнення ковша можна розділити на дві великі групи: що ґрунтуються на положеннях теорії автоматичного керування, та підходи, що для керування навантажувачем використовують різноманітні інтелектуальні методи.

Підходи, що ґрунтуються на досягненнях теорії автоматичного керування, засновані на розв'язанні задачі оптимального керування за фізичними обмеженнями та з урахуванням таких критеріїв ефективності, як коефіцієнт заповнення ковша, паливна економічність і тривалість робочого циклу. Прикладом такого підходу є роботи [3, 4].

Основна проблема використання традиційної теорії управління полягає в необхідності моделювання взаємодії між ковшем і матеріалом, що виймається. Тому останнім часом дедалі більше уваги приділяється інтелектуальним методам керування процесом наповнення ковша.

Серед рішень, що використовуються в рамках інтелектуального управління, поширеними є рішення, засновані на використанні апарату нечіткої логіки [5]. Однак останнім часом намітилася тенденція на дедалі ширше використання технологій машинного навчання. Для цього використовуються різні лінійні та нелінійні алгоритми навчання: лінійна регресія, дерева прийняття рішень, метод k -найближчих сусідів та інші. Однак найперспективнішим напрямком бачиться використання алгоритмів, заснованих на навчанні з підкріпленням [6].

У навчанні з підкріпленням інтелектуальний агент взаємодіє з навколишнім середовищем, здійснюючи певні дії. За результатами цих дій навколишнє середовище дає агентові або позитивну винагороду за правильну

дію, щоб спонукати агента, або негативну за неправильну. Це програмує агента на пошук довгострокової та максимальної загальної винагороди для досягнення оптимального рішення. З часом система вчиться уникати негативних дій і вчиняє тільки позитивні.

Використання такого підходу для реалізації системи керування навантажувачем дає змогу системі керування автоматично адаптуватися до змін складу і властивостей матеріалу в забої та з огляду на це змінювати траєкторію руху ковша і сили, що розвиваються. Складністю використання навчання з підкріпленням для автоматизації процесу заповнення ковша навантажувача є вимога до значної кількості навчальних даних, отримання яких в реальних умовах може бути затратним. Виходом є використання для навчання комп'ютерної симуляції, що дозволяє моделювати різноманітні сценарії процесу наповнення ковша навантажувача без ризиків для обладнання.

Література:

1. Гурко О. Г., Гурко В. О., Кучеренко А. Ю. Керування рухом фронтального навантажувача за заданою траєкторією. *Вісник ХНАДУ*, 2023, вип. 101, т. 1. С. 26–34. doi: [10.30977/BUL.2219-5548.2023.101.0.26](https://doi.org/10.30977/BUL.2219-5548.2023.101.0.26)
2. Borngrund C., Bodin U., Sandin F. Machine Vision for Construction Equipment by Transfer Learning with Scale Models, *2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, Glasgow, UK, 2020, pp. 1-8, doi: 10.1109/IJCNN48605.2020.9207577
3. Yao J. et al. Bucket Loading Trajectory Optimization for the Automated Wheel Loader. In *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 72, no. 6, pp. 6948-6958, June 2023, doi: 10.1109/TVT.2023.3236507
4. Dobson A. A., Marshall J. A., Larsson J. Admittance control for robotic loading: Design and experiments with a 1-tonne loader and a 14-tonne load-haul-dump machine, *Journal of Field Robotics*, vol. 34, no. 1, pp. 123–150, 2017. doi: 10.1002/rob.21654

5. Lever PJA. An automated digging control for a wheel loader. *Robotica*. 2001;19(5):497-511. doi: 10.1017/S0263574701003435

6. Dadhich S., Sandin F., Bodin U., Andersson U. and Martinsson T., Adaptation of a wheel loader automatic bucket filling neural network using reinforcement learning, *2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, Glasgow, UK, 2020, pp. 1-9, doi: 10.1109/IJCNN48605.2020.9206849

УДК 621

МІКРОКЛІМАТ У САЛОНІ ДОРОЖНЬО-БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН ТА ЙОГО ОСОБЛИВОСТІ

Дудник О.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Мікроклімат в салоні дорожньо-будівельних машин, таких як екскаватори, бульдозери, асфальтоукладальників і грейдери, також відіграє важливу роль в забезпеченні комфорту і ефективності роботи операторів як і в легкових автомобілях і автобусах. Ці машини часто експлуатуються в складних умовах, що пред'являє особливі вимоги до мікроклімату. Розглянемо основні особливості і чинники, що впливають на мікроклімат в салоні дорожньо-будівельних машин.

Мікроклімат в салоні дорожньо-будівельних машин значно впливає на продуктивність і безпеку операторів. Ефективні системи управління температурою, вологістю і вентиляцією, а також фільтрація повітря і зниження рівня шуму грають ключову роль в створенні комфортного робочого середовища. Майбутні технології можуть зосередитися на інтеграції більше просунутих систем моніторингу і управління, які враховують індивідуальні переваги операторів і умови, що змінюються, на будівельних майданчиках.

Розглянемо основні особливості і чинники, що впливають на мікроклімат в салоні дорожньо-будівельних машин.

1. Температура.

- **Робоча температура.** Оператори дорожніх машин можуть працювати в умовах значних температурних коливань - від сильного холоду взимку до жару влітку. Комфортна температура в кабіні повинна підтримуватися в діапазоні 18-24 С.

- **Системи обігріву і охолодження.** Дорожньо-будівельні машини часто оснащуються обігрівачами для роботи в холодну погоду і кондиціонерами

для охолодження в жару. Ефективні системи терморегуляції критично важливі для підвищення продуктивності праці.

2. Вологість.

- Рівень вологості. Висока вологість в кабіні може викликати запітніння вікон, що погіршує видимість і безпеку. Рівень вологості повинен підтримуватися на рівні 30-70% для запобігання дискомфорту.

- Системи осушення. Деякі машини оснащені системами осушення повітря, які допомагають контролювати вологість і запобігати появі плісняви і запахів.

3. Швидкість повітря.

- Вентиляція. Наявність хорошої вентиляції в кабіні важлива для забезпечення свіжого повітря і запобігання перегріванню. Деякі машини мають системи, що дозволяють регулювати потік повітря залежно від потреб оператора.

- Шум і комфорт. Сильні потоки повітря можуть створювати дискомфорт, тому необхідно враховувати рівень шуму і опір повітряним потокам при проектуванні систем вентиляції.

4. Забруднюючі речовини.

- Фільтрація повітря. В умовах будівельних майданчиків існує високий ризик забруднення повітря пилом і іншими частками. Ефективні фільтри в системах вентиляції допомагають захищати операторів від шкідливих дій.

- Дим і запахи. Вихлопні гази від дизельних двигунів і різні запахи можуть скупчуватися в кабіні. Сучасні системи фільтрації і вентиляції допомагають мінімізувати цей ефект.

5. Рівень шуму.

- Шумове забруднення. дорожньо-будівельні машини генерують високий рівень шуму, що може бути несприятливе для здоров'я операторів. Ефективні заходи по зниженню шуму, такі як використання звукоізоляційних матеріалів, можуть істотно підвищити комфорт.

- Здоров'я і безпека. Тривала дія шуму може привести до проблем із

слухом і інших захворювань, тому важливо дотримуватися норм і рекомендацій по рівню шуму.

6. Адаптивні системи управління мікрокліматом.

- Інтелектуальні технології. Впровадження інтелектуальних систем управління, заснованих на датчиках, може допомогти в автоматичному регулюванні мікроклімату в салоні. Ці системи можуть відстежувати параметри, такі як температура, вологість і рівень забруднення, і автоматично налаштовувати роботу систем обігріву, охолодження і фільтрації.

- Індивідуальні налаштування. Оператори можуть налаштовувати кліматичні умови під свої переваги, що може включати зміна напрямку і сили потоку повітря, температурні налаштування і рівень шуму, що у свою чергу сприяє підвищенню задоволеності роботою.

7. Енергетична ефективність.

- Енергозберіжні технології. Системи управління мікрокліматом можуть бути інтегровані з енергозберіжними технологіями, щоб зменшити споживання палива і понизити викиди. Наприклад, використання електричних обігрівачів або конденсаційних систем для охолодження може допомогти понизити навантаження на двигун.

- Альтернативні джерела енергії. Майбутнє дорожньої техніки може бути пов'язане з використанням альтернативних джерел енергії, таких як сонячні панелі, що дозволить зменшити залежність від традиційних джерел і підвищити екологічну стійкість.

8. Ergonomics and Operator Comfort.

- Ергономіка робочого місця. Дизайн кабіни і розташування елементів управління мають бути зручними для оператора, що дозволяє зменшити фізичну напругу і поліпшити умови праці. Хороша видимість і доступ до елементів управління допомагають скоротити час реакції і підвищити безпеку.

- Шумоізоляція і комфорт. Приділення уваги шумоізоляції і комфорту сидінь, а також використанню амортизуючих технологій, може значно

понижити рівень втоми операторів впродовж тривалих змін.

9. Навчання і обізнаність.

- Навчання операторів. Навчання працівників правильній експлуатації систем клімат-контролю і розумінню їх дії на здоров'я і безпеку може допомогти в оптимізації умов роботи. Знання особливостей мікроклімату і правильного його регулювання дозволяє операторам працювати ефективніше і безпечно.

- Моніторинг стану здоров'я. Впровадження програм по моніторингу здоров'я операторів, включаючи регулярні медичні огляди і оцінку дії мікроклімату, може допомогти у виявленні проблем на ранніх стадіях і створенні здоровіших умов праці.

10. Інноваційні технології для моніторингу мікроклімату.

- Датчики і IoT. Використання датчиків для моніторингу параметрів мікроклімату в реальному часі — це інноваційне рішення, що дозволяє збирати дані про температуру, вологість і рівень забруднення. Інтеграція з Інтернетом речей (IoT) дає можливість видалено управляти і аналізувати ці дані, що дозволяє оперативно реагувати на зміни в умовах роботи.

- Програмне забезпечення для аналізу. Розробка програмного забезпечення, яке може обробляти дані з датчиків, дозволяє виявляти закономірності і передбачати можливі зміни в мікрокліматі, що сприяє поліпшенню планування роботи і мінімізації негативних чинників.

11. Стійкий розвиток і екологія.

- Екологічні стандарти. В умовах підвищення екологічних вимог на будівельних майданчиках, впровадження технологій, які зменшують дію на довкілля, стає важливим аспектом. Використання екологічно чистих матеріалів і технологій для поліпшення мікроклімату в кабіні може підвищити рівень відповідності стандартам стійкого розвитку.

- Рециклінг і повторне використання. Застосування матеріалів, які можна переробити або повторно використати, допомагає скоротити кількість відходів і поліпшити екологічний слід дорожньо-будівельної техніки.

12. Психологічні аспекти роботи.

- Психологічний комфорт. Добре організований мікроклімат в кабіні сприяє не лише фізичному, але і психологічному комфорту операторів. Зручні умови праці зменшують стрес і стомлюваність, що особливо важливо в умовах тривалих і інтенсивних робітників змін.

- Соціальні взаємодії. В деяких випадках конструкції кабін можуть бути змінені, щоб створити відкритіші і доброзичливіші умови для спілкування між членами команди. Це може підвищити загальну мораль і зміцнити командний дух.

13. Стандартизація і регуляція.

- Норми і стандарти. Розробка і впровадження стандартів для мікроклімату в кабінах дорожньо-будівельних машин може сприяти поліпшенню умов праці і підвищенню безпеки. Регулятори можуть встановити мінімальні вимоги до систем клімат-контролю і вентиляція, що забезпечить більш високий рівень захисту для операторів.

- Аудити і оцінки. Періодичні аудити мікроклімату і умов праці на будівельних майданчиках допоможуть виявити проблемні області і визначити, які заходи необхідно вжити для їх поліпшення.

14. Майбутнє мікроклімату в дорожньо-будівельній техніці.

- Автономні системи. В майбутньому можлива інтеграція автономних технологій, які адаптуватимуться до змін в довкіллі і автоматично налаштовувати параметри мікроклімату для оптимальних умов роботи.

- Стійкий розвиток. Основна увага буде приділена не лише підвищенню комфорту, але і створенню стійкіших до змін кліматичних умов систем, що може істотно підвищити ефективність і безпеку роботи в умовах нестабільної погоди.

Висновок. Мікроклімат в кабіні дорожньо-будівельних машин - це багатогранна проблема, яка вимагає комплексного підходу до рішення. Впровадження інноваційних технологій, увага до психологічних аспектів, стандартизація умов праці і турбота про екологію створюють основу для

безпечнішого і комфортнішого робочого середовища. Майбутнє в цій області обіцяє багато цікавих і корисних рішень, сприяючих не лише підвищенню ефективності роботи, але і поліпшенню якості життя операторів на будівельних майданчиках.

Мікроклімат в кабіні дорожньо-будівельних машин є комплексним явищем, від якого залежить не лише комфорт, але і продуктивність і безпека операторів. Сучасні технології і підходи до управління мікрокліматом можуть значно поліпшити умови праці на будівельних майданчиках. Приділення уваги усім аспектам мікроклімату - від температури і вологості до шуму і забруднення - є необхідним кроком до створення ефективного і безпечного робочого середовища, сприяючої максимальної продуктивності і благополуччя співробітників.

Література:

1. Мікроклімат пасажирського приміщення кузова і естетичні вимоги. URL: <https://budtehnika.pp.ua/10006-mkroklmat-pasazhirskogo-primschennya-kuzova-estetichn-vimogi.html>.
2. Порівняльна характеристика праці машиністів локомотивів та водіїв вантажного транспорту. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/134708/18-Iena.pdf?sequence=1>.
3. Системи кондиціювання та терморегулювання в кабінах будівельних машин. URL: <https://www.eberspaecher-climate.com/ua/uk/sferi-zastosuvannja/budivelni-mashini>.

УДК 621.4

АНАЛІЗ СИСТЕМ УПРИСКУВАННЯ ПАЛИВА

Каплун Б.А.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Перші системи уприскування палива з'явилися на початку ХХ століття. Вони були механічними і призначалися для авіаційних двигунів, де карбюратор не забезпечував потрібної точності. У 1950-х роках механічні системи уприскування почали застосовувати в автомобілях, особливо в спортивних моделях, що вимагають високої продуктивності. Проте масове впровадження систем уприскування палива в автопромі сталося пізніше - в 1980-х, з появою електронного уприскування (EFI). Електроніка дозволила значно поліпшити точність і ефективність подання палива, що було неможливо з механічними системами. На цьому фоні системи EFI стали стандартом [1].

З розвитком технологій, з'явилися і інші види уприскування - наприклад, безпосереднє (GDI) і багатоточкове уприскування (MPI), які продовжують еволюціонувати для підвищення екологічності і ефективності.

Основні види систем уприскування [2]:

- механічне уприскування. Ранні системи механічного уприскування використали насоси і регулятори тиску для подання палива в циліндри. Ці системи були надійними, але їх налаштування і регулювання займали багато часу. Механічні системи досі можна знайти на деяких старих спортивних автомобілях, але вони вважаються застарілими через нестачу гнучкості і точності;

- електронне уприскування (EFI). В електронній системі уприскування блок управління (ECU) регулює подання палива на основі даних з датчиків (температури, кисню, положення дросельної заслінки та ін.). Це дозволило значно підвищити точність, оскільки комп'ютер постійно коригує склад суміші. EFI став стандартом у більшості автомобілів, оскільки

забезпечує економічність і простоту адаптації до різних умов;

- безпосереднє уприскування палива (GDI) [4]. В системі GDI паливо подається під високим тиском прямо в камеру згорання, що дозволяє точніше контролювати згорання суміші і підвищує ефективність двигуна. Проте такі системи складніші і вимагають дорогого обслуговування, особливо при забрудненні форсунок;

- багатоточкове уприскування (MPI) [5]. В MPI кожна форсунка розпилює паливо безпосередньо перед впускним клапаном циліндра. Це забезпечує рівномірний розподіл палива по циліндрах і дозволяє уникнути перегрівання двигуна. MPI вважається менш технологічно складною системою в порівнянні з GDI, але може поступатися в економічності і рівні викидів.

Кожна з систем має свій механізм подання палива.

Механічне уприскування працює на базі гідравлічних і механічних компонентів - розподільних валів, насосів високого тиску і регуляторів. У цьому варіанті подання палива залежить від механічних чинників, таких як швидкість двигуна і навантаження.

Електронне уприскування (EFI) [6] використовує електричні сигнали і блок управління для контролю над кожним уприскуванням. Датчики передають інформацію в реальному часі, а ECU управляє форсунками, відкриваючи і закриваючи їх точно на потрібний час.

Безпосереднє уприскування (GDI) вимагає високого тиску, створюваного спеціальними насосами, що дозволяє вводити паливо прямо в циліндри. Завдяки цьому контролю над процесом горіння GDI підвищує ККД і зменшує викиди.

Багатоточкове уприскування (MPI) розподіляє паливо перед кожним впускним клапаном, що забезпечує більше рівномірний розподіл. Тиск подання тут нижче, ніж в GDI, що робить систему дешевше і надійніше.

Ефективність і вплив на економію палива.

Механічне уприскування менш ефективне, оскільки не дозволяє точно

підлаштувати суміш під умови експлуатації.

EFI забезпечує значне скорочення витрати палива завдяки контрольованому складу суміші. Можливість точного регулювання уприскування по датчиках мінімізує втрати палива.

GDI вважається однією з найекономічніших систем, оскільки завдяки точному управлінню поданням можна регулювати склад суміші на рівні окремих циліндрів. При низьких оборотах GDI дозволяє працювати на збідненій суміші, економлячи паливо.

MPI також забезпечує паливну економію, але дещо поступається GDI в плані точності подання і контролю над згоранням, особливо на високих обертах.

Вплив на викиди і екологічність.

Механічне уприскування генерує більше викидів, оскільки не може забезпечити стабільний склад суміші і ефективне згорання.

EFI дозволяє оптимізувати суміш палива і повітря, знижуючи викиди шкідливих речовин, таких як чадний газ і незгорілі вуглеводні. Ці системи зазвичай оснащуються датчиками кисню і каталізаторами для контролю вихлопу.

GDI дозволяє значно понизити викиди CO₂ завдяки ефективному згоранню. Проте, із-за особливостей того, що розпиляло палива, в таких системах може утворюватися більше мелкодисперсних часток. Сучасні моделі використовують спеціальні фільтри для зменшення таких викидів.

MPI менш чутливий до забруднення форсунок і може підтримувати стабільні викиди упродовж довгого часу. Проте системи MPI не завжди відповідають найстрогішим екологічним стандартам по викидах CO₂.

У перспективі, уприскування палива буде ще точнішим, щоб відповідати зростаючим вимогам до екологічності і ефективності. Серед можливих напрямів розвитку :

Комбіновані системи уприскування : деякі автовиробники розробляють системи, поєднуючі GDI і MPI, що дозволяє досягти максимальної

ефективності при різних режимах роботи двигуна.

Інтеграція з гібридними системами: у міру збільшення кількості гібридних автомобілів, технології уприскування адаптуються до роботи в зв'язці з електродвигунами, щоб мінімізувати витрату палива в комбінованому режимі.

Штучний інтелект і машинне навчання : застосування ІИ може дозволити адаптувати уприскування в реальному часі, враховуючи як режим руху, так і знос двигуна.

Альтернативне паливо: системи уприскування для водню або біопалива можуть стати реальністю, відкриваючи нові перспективи для екологічно чистих автомобілів.

З проведеного аналізу можна зробити наступні висновки.

1. Еволюція і технологічна різноманітність. Системи уприскування палива пройшли значний шлях від простих механічних пристроїв до високотехнологічних електронних і прямих уприскування (GDI). Кожна система, будь то механічна, електронна або багатоточкова, з'явилася у відповідь на конкретні технічні виклики і запити на поліпшення економічності і екологічності автомобілів.

2. Підвищення ефективності і зниження витрати палива. Сучасні системи уприскування, такі як GDI і EFI, здатні значно знижувати витрату палива за рахунок точного управління поданням палива і оптимізації складу суміші. Це безпосередньо відбивається на скороченні експлуатаційних витрат для споживачів і зниженні шкоди для довкілля.

3. Поліпшення екологічних показників. З розвитком систем уприскування вдалося помітно зменшити викиди шкідливих речовин, таких як CO₂, чадний газ і вуглеводні, що стало важливим кроком для автомобільної промисловості у боротьбі за екологію. При цьому залишаються проблеми з дрібнодисперсними частками, особливо в системах GDI, які активно вирішуються установкою фільтрів.

4. Тенденції майбутнього. Комбіновані системи, ІІІ і адаптація до

альтернативних джерел енергії демонструють можливості подальшого розвитку уприскування палива. Вони відіграватимуть важливу роль в поліпшенні показників гібридних і водневих автомобілів, сприяючи переходу до стійкіших і екологічно чистіших рішень.

Таким чином, системи уприскування палива стають не просто частиною двигуна, а важливим елементом екологічної політики і енергоефективності автомобілів майбутнього.

Література:

1. Корпач А.О., Ямцун П.Д. Історія розвитку систем управління ДВЗ та автомобілями. Вісник Національного транспортного університету. - 2010. - № 20. - С. 37-40.
2. Уприскувальні системи живлення бензинових двигунів сучасних автомобілів: навчальний посібник / Я.Ю. Білоконь, М.А. Вайнтрауб. – К.: ІПТО НАПН України, 2015. – 248с.
3. Система паливного впорскування: Як цей геній утримує ваш автомобіль у русі? URL: <https://avtoto.com.ua/ua/blog/korisni-poradi-avtovlasnikam/sistema-palivnogo-vpriskuvannya-yak-cej-genij-utrimuye-vash-avtomobil-u-rusi.html>.
4. GDI: особливості та переваги системи безпосереднього впорскування пального. URL: <https://vlasnasprava.ua/gdi-osoblyvosti-ta-perevahy-systemy-bezposerednoho-vporskuвання-palnoho/>.
5. Які бувають типи систем багатоточкового впорскування палива? URL: <https://zeus.machine.cx.ua/ridnim/yaki-buvayut-tipi-sistem-bagatotochkovogo-vporskuвання-paliva.html>.
6. Що таке EFI і принцип їх роботи? URL: <https://zinc.mercy.cx.ua/ridnim/shho-take-efi-i-princip-ikh-roboti.html>.

УДК 004.896

МАШИННЕ НАВЧАННЯ ПРИ КЕРУВАННІ БУДІВЕЛЬНИМИ РОБОТАМИ

Мірошник В.А.

Мобільна робототехніка активно розвивається, знаходячи застосування в численних сферах: від перевезень до сільського господарства, від медицини до рятувальних робіт та застосування у цілях оборони. Використання таких роботів значно підвищує продуктивність, якість і безпеку виконуваних завдань.

Перспективною галуззю застосування мобільних роботів є будівництво. Будівельні мобільні роботи (БМР) можуть виконувати земляні роботи, перевозити матеріали, здійснювати моніторинг процесу будівництва з метою перевірки їх якості та строків виконання робіт тощо.

Розробка та використання БМР потребує особливої уваги до планування їхнього руху [1], адже будівельні майданчики характеризуються складним, неструктурованим середовищем. У таких умовах ефективно працюють системи керування на основі штучного інтелекту.

У даній роботі для побудови БДР шляху пропонується використовувати машинне навчання з підкріпленням. Такий підхід до машинного навчання не вимагає попередньо зібраних даних [2], адже навчання відбувається через взаємодію з середовищем за допомогою датчиків і системи винагород за прийняті рішення. Якість навчання оцінюється за допомогою Q -функції, яка показує, наскільки цінною є дія з точки зору максимізації майбутньої винагороди:

$$Q(s, a) = r + \gamma \max_{a'} Q(s', a'), \quad (1)$$

де s – поточний стан роботи БМР; a – дія БМР; s' – попередній стан БМР; a' – попередня дія БМР; γ – коефіцієнт швидкості навчання, що варіюється в діапазоні від 0 до 1.

Навчання БМР здійснювалося у Simulink із використанням додатку до MATLAB Reinforcement Learning Toolbox. Метою навчання було знайти оптимальний маршрут на будівельному майданчику, уникаючи зіткнень із перешкодами. Для моделювання використано чотириколісний БМР з бортовим поворотом, модель якого побудована у Simulink. Для навчання обрано алгоритм Deep Deterministic Policy Gradient (DDPG), що поєднує роботу двох нейронних мереж – актора і критика. Мережа актора генерує найкращу дію, тоді як критик оцінює її, обчислюючи значення Q -функції. Така взаємодія дозволяє постійно вдосконалювати політику актора. Для знаходження нових шляхів оптимізації DDPG іноді виконує випадкові дії.

Винагорода для робота розраховувалася на основі його поточних координат стану, виконаної дії, досягнення цільової точки та наявності зіткнення з перешкодою за формулою :

$$R = k_1 e^{\alpha x^2} + k_2 e^{\beta y} + k_3 \sum_{i=1}^m u_i^2 + k_5 g + k_6 c + k_7, \quad (2)$$

де $k_1, k_2, \dots, k_6$ – вагові коефіцієнти, що встановлюють рівень винагороди (при доданому значенні) або штрафу (при від'ємному значенні) за відповідну дію або стан; k_7 – від'ємний коефіцієнт, що діє як базовий штраф за кожен крок та стимулює швидке досягнення мети; α, β – коефіцієнти, що регулюють чутливість винагороди до змін координат x та y ; u_i – i -й керуючий вплив; m – кількість керуючих впливів; g – бінарна функція, що свідчить про досягнення або недосягнення БМР мети; c – бінарна функція, що свідчить про наявність або відсутність зіткнення робота з перешкодою.

Контролер формує бажану силу тяги, що забезпечує лінійний рух БМР, змінюючи v , та момент сили обертання БМР.

Навчання здійснювалося протягом 500 епізодів, кожен із яких починався з випадкового положення. Епізод завершувався, якщо БМР досягав мети, стикався з перешкодою або перевищував задану кількість ітерацій.

У процесі навчання робот отримував винагороди за наближення до мети та штрафи за зіткнення з перешкодами. На рис. 1 зображено приклад шляху,

пройденого БМР.

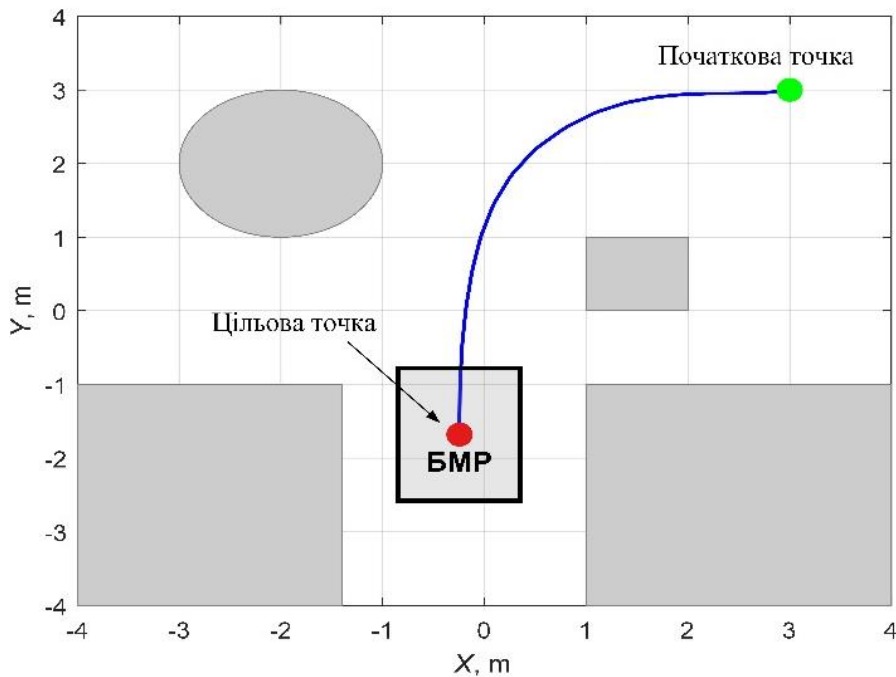


Рис. 1. Побудований БМР шлях

Як видно з рис. 1, робот успішно досяг цільової точки, уникаючи зіткнень із перешкодами.

Література:

1. Гурко О. Г., Гурко В. О., Кучеренко А. Ю. Керування рухом фронтального навантажувача за заданою траєкторією. *Вісник ХНАДУ*, 2023, вип. 101, т. 1. С. 26–34. doi: [10.30977/BUL.2219-5548.2023.101.0.26](https://doi.org/10.30977/BUL.2219-5548.2023.101.0.26)
2. Бочкарьов О. Навчання з підкріпленням в автономних інтелектуальних системах : навч. посіб. Львів : Вид. Марченко Т.В, 2024. 125 с.

УДК 656.07.33

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ БДМ У ПРОГРАМНІЙ ЕКОСИСТЕМІ STM32CUBE

Плугіна Т.В., Кісельов К.В., Носаль Б.Ю.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Новітні технології моделювання робочих процесів БДМ стало впроваджуються у секторі проектування такого класу об'єктів. Постає актуальне завдання використання сучасних інструментів розробки відповідно до світових тенденцій у глобальному інформаційному просторі [1].

В роботі розглянуто питання моделювання системи управління БДМ на сучасній мікроконтролерній базі з використанням комплексного інструменту розробки для декількох операційних систем STM32CubeIDE, що є частиною програмної екосистеми STM32Cube.

Мета роботи - підвищити ефективність управління виконавчими приладами БДМ (на прикладі навантажувача) за рахунок моделювання робочого процесу.

Реалізація адаптивного керування припускає наявність математичного, інформаційного, організаційного й технічного забезпечення. Математичне забезпечення базується на моделях функціонування виконавчих приладів, враховуючи причинно-логічні зв'язки між ними. А також враховується регресійна та кореляційна моделі аналізу вхідної-вихідної інформації. Інформаційне забезпечення визначає параметри математичних моделей підсистем навантажувача у реальному масштабі часу. А також проводить коректування параметрів моделей для мінливих умов експлуатації, розкриває параметричну невизначеність, враховуючи вхідну інформацію баз даних [2]. Технічне забезпечення містить базу технічних засобів, що дозволяють оцінити функціонування вузлів навантажувача у заданих параметрах, а також в мінливих умовах за показниками ефективності. Моделювання забезпечує

інтеграцію цих складових для оцінки поточного стану робочого процесу та формування управлінських рішень.

Принцип роботи будівельних одноковшових навантажувачів є циклічним [3]. Основним параметром контролю є номінальна вантажопідйомність, що розраховується задля забезпечення безпеки експлуатації, міцності елементів, заданої продуктивності та надійності.

У більшості БДМ швидкість реакції оператора впливає на швидкість виконання робочих процесів. При керуванні навантажувачем ще накладаються обмеження при перемиканні двигуна та змінному динамічному навантаженню на робочих приладах. Максимальна потужність гідравлічних насосів, що регулюються системою, повинна налаштовуватися на максимальний робочий тиск рідини у гідросистемі в екстремальних умовах, а також швидко переходити у звичайні режими, тобто бути адаптивною. Для моделювання робочого процесу навантажувача необхідно зіставити масу вантажу з зусиллям у гідроциліндрі навантажувача. Для цього треба підібрати відповідну схему, датчики тиску, що контролюватимуть зміну тиску, побудувати цифрову систему контролю на базі аналогово-цифрових пристроїв. Функціональна схема управління БДМ представлено на рисунку 2.

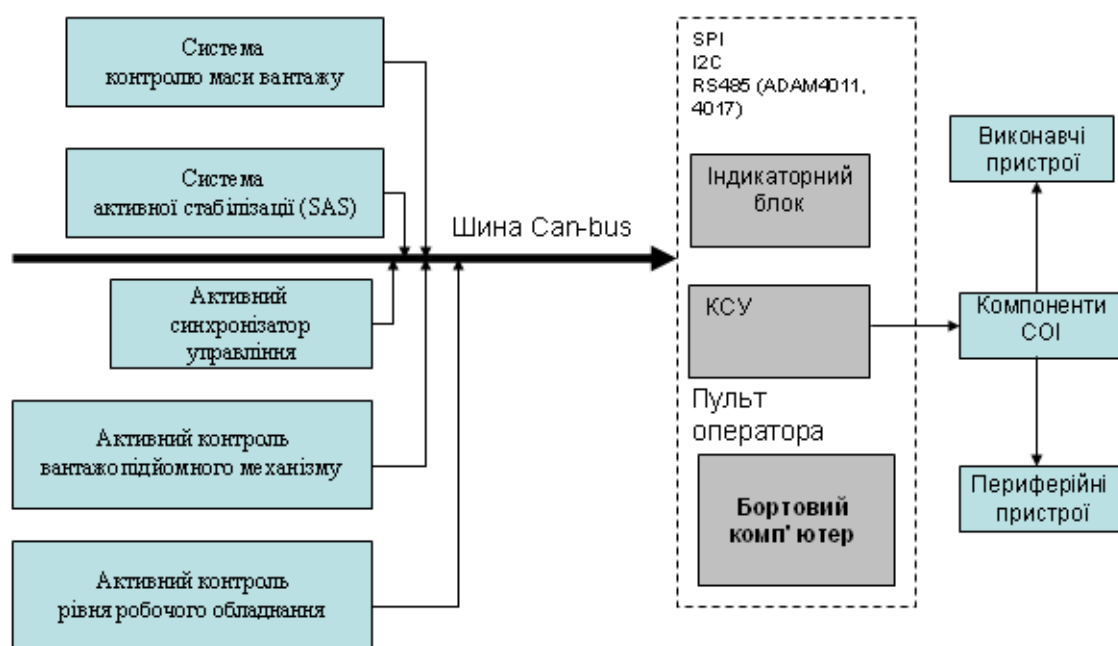


Рисунок 2 – Функціональна схема адаптивного управління БДМ

Схема роботи системи адаптивного управління БДМ відображає перетворення неперервних сигналів датчиків тиску у дискретний сигнал для формування сигналів керування мікроконтролером.

Для систем керування з мікроконтролерами є платформи, що підтримують симуляцію роботи електронних схем та програмного забезпечення.

STM32CubeIDE – це просунута платформа розробки C/C++ з периферійною конфігурацією, генерацією коду, компіляцією та налагодженням для мікроконтролерів та мікропроцесорів STM32. Він базується на фреймворку Eclipse/CDT™ та наборі інструментів розробки GCC та GDB для налагодження [2].

STM32CubeIDE інтегрує функції конфігурації STM32 та створення проектів з STM32CubeMX, щоб забезпечити універсальний інструмент та заощадити час на встановлення та розробку. Після вибору мікропроцесора STM32 створюється проект і генерується код ініціалізації. На будь-якому етапі розробки користувач може повернутися до ініціалізації та налаштування периферійних пристроїв або проміжного програмного забезпечення та повторно створити код ініціалізації, не впливаючи на користувацький код.

STM32CubeIDE включає в себе аналізатори збірки і стека, які надають користувачеві корисну інформацію про стан проекту і вимоги до пам'яті.

STM32CubeIDE також включає стандартні та розширені функції налагодження, включаючи перегляд ядра процесора, пам'яті та периферійних регістрів, а також моніторинг змінних у реальному часі, інтерфейс переглядача Serial Wire Viewer або аналізатор несправностей.

Інтерфейс STM32CubeIDE представлено на рисунку 3. Система налаштувань портів вводу/виводу мікроконтролерів STM32 має гнучку структуру. В технічній документації ST виводи вводу/виводу позначаються як GPIO (general-purpose input output) (рис.4).

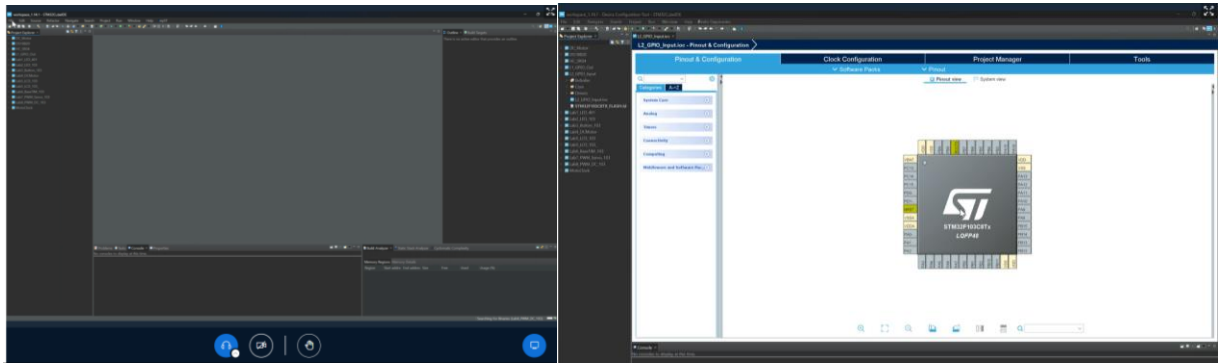


Рисунок 3 – Інтерфейс STM32CubeIDE

Конструкція підключення до мікроконтролера через виводи GPIO (PORTA, PORTB, PORC, PORTD) керується 32-розрядними регістрами керування.

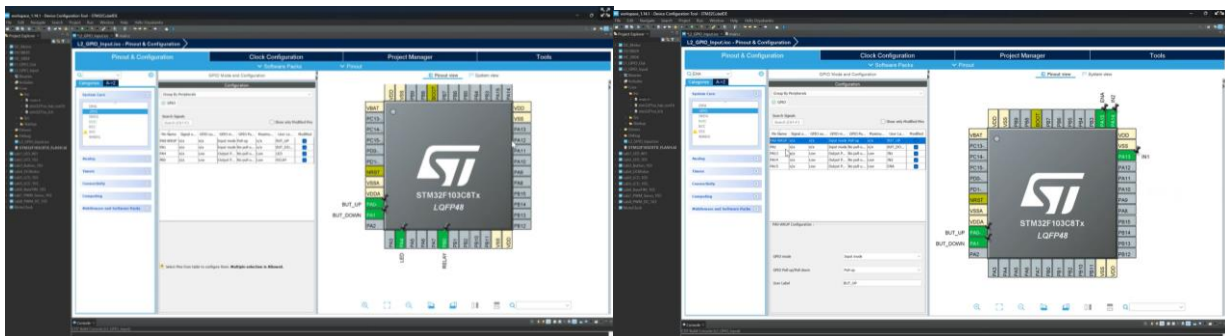


Рисунок 4 – Налаштування портів мікроконтролера

Вікно створення програмного коду для керування робочим органом навантажувача наведено на рисунку 5.

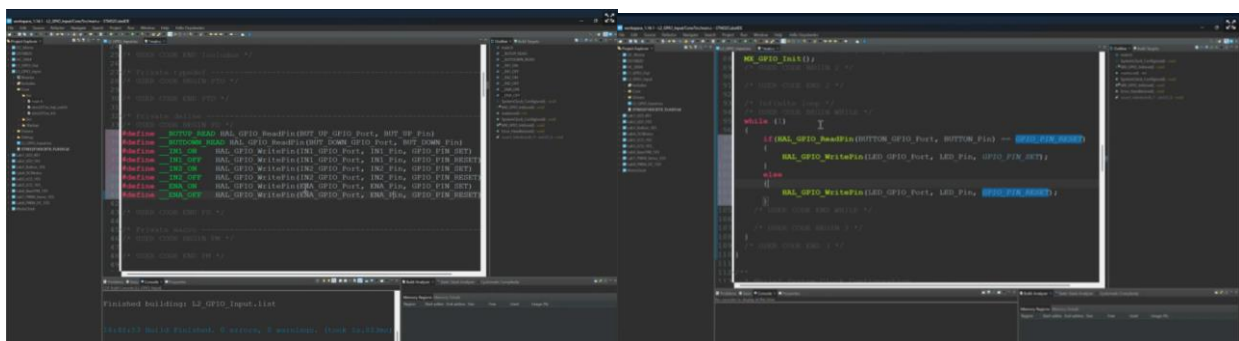


Рисунок 5 – Вікно програмного коду

Створення проекту в програмі Proteus представлено на рисунку 6.

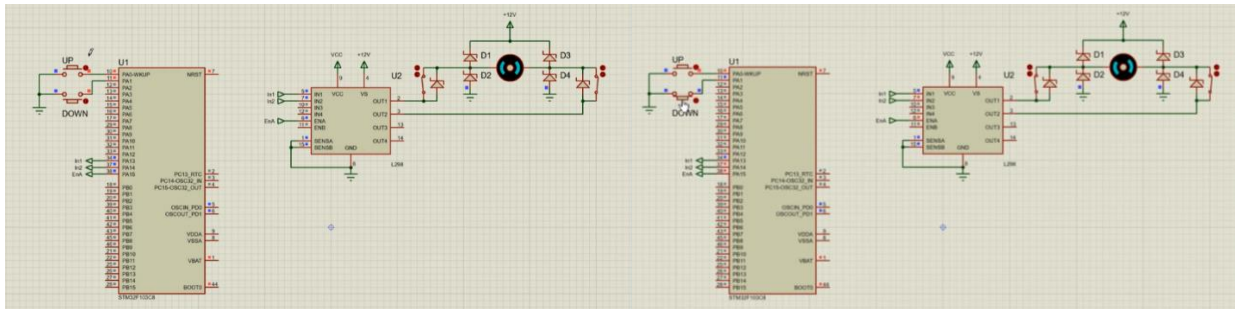


Рисунок 5 – Проект в програмі Proteus

Задаючи вхідні умови в програмний код, можливо керувати різними режимами роботи навантажувача. Моделювання на платформі STM32CubeIDE дозволяє виконувати віртуальне тестування мікроконтролерного пристрою не враховуючи апаратне обладнання. Такий спосіб значно спрощує процес розробки і відладки програмного забезпечення вже при підключенні робочих периферійних засобів.

Література

1. Медиковський М. О. Інтелектуальні компоненти інтегрованих автоматизованих систем управління: монографія. – Львів. - 2015. 280 с.
2. Войцицький А.П. Електроніка і мікросхемотехніка: підручник (видання друге, виправлене) / А.П. Войцицький, М.А. Войцицький. – Гельветика, 2018. - 300 с.
3. Frank B., Kleinert J., Filla R. Optimal control of wheel loader actuators in gravel applications //Automation in Construction. 2018. V. 91. P. 1-14.
4. Cao B. et al. Intelligent operation of wheel loader based on electrohydraulic proportional control // Mathematical Problems in Engineering. 2020. Article ID 1730946, 11 p. <https://doi.org/10.1155/2020/1730946>.

УДК 625.7/.8

АНАЛІЗ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ АСФАЛЬТОБЕТОНУ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ

Потапенко А.С.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Правильна підтримка температури асфальтобетону в процесі його транспортування є критично важливою для забезпечення якості укладання і довговічності покриття. В умовах сучасної будівельної галузі, де увага до технологічних процесів стає основою успішної реалізації проектів, система регулювання температури асфальтобетону при транспортуванні грає ключову роль. У цій статті буде розглянутий аналіз існуючих систем, їх ефективність і сучасні тенденції в регулюванні температури асфальтобетону.

Вимоги до температури асфальтобетону.

Для якісного укладення асфальтобетону температура матеріалу повинна знаходитися в певних межах, які залежать від типу асфальту і зовнішніх умов. Як правило, температура асфальтобетону у момент укладання має бути в межах від 140 до 180 С. Неможливість підтримки цієї температури в процесі транспортування може привести до ряду негативних наслідків :

1. Погіршення якості укладання: при зниженні температури асфальтобетону до нижньої межі допустимого діапазону зменшується його в'язкість, що утрудняє якісне укладання.

2. Нерівномірний розподіл матеріалів: асфальт, який остигнув в процесі транспортування, може поводитися не так, як свіжий, що позначається на довговічності покриття.

3. Зниження міцнісних характеристик покриття: недостатня температура може привести до нерівномірного твердіння матеріалу і зменшення міцності.

Системи регулювання температури асфальтобетону.

Існує декілька методів регулювання температури асфальтобетону в

процесі його транспортування. Ці методи можуть бути розділені на активні і пасивні системи.

1. Пасивні системи

Термоізоляційні покриття і матеріали

Один з найпоширеніших методів - використання термоізоляційних матеріалів для покриття кузовів асфальтовозів і самоскидів. В даному випадку кузов обладнався теплоізолюючими панелями або тканинами, які зменшують тепловтрати при транспортуванні.

Переваги: низька вартість, простота застосування, доступність матеріалів.

Недоліки: термоізоляція не забезпечує активного регулювання температури, а лише уповільнює процес охолодження, що обмежує можливості контролю температури в умовах швидких змін зовнішніх чинників(наприклад, при сильному вітрі або низькій температурі довкілля).

Покриття з відбиваючими властивостями

Деякі системи термоізоляції використовують матеріали з відбиваючими властивостями, які захищають асфальт від перегрівання на сонячному світлі, а також від втрат тепла вночі.

Переваги: додатково зменшується вплив сонячного нагріву і охолодження вночі.

Недоліки: ефективність цих методів обмежена, особливо в умовах низьких температур або дощової погоди.

2. Активні системи

Системи обігріву

Для точнішого контролю температури асфальтобетону використовуються системи активного обігріву. Це можуть бути як електричні, так і водяні або газові обігрівачі, вбудовані в кузов транспортного засобу.

Електричні обігрівачі: ці системи використовують електричні елементи, розташовані з боків або на дні кузова, для підтримки температури

асфальту на потрібному рівні.

Водяні системи: водяні обігрівачі є шлангами з гарячою водою, які проходять по кузову асфальтовоза, регулюючи тепловіддачу.

Газові обігрівачі: ці пристрої працюють на зрідженому газі і можуть забезпечити інтенсивне прогрівання асфальтобетону.

Переваги: висока точність контролю температури, можливість швидкого реагування на зміни температури, можливість підтримки оптимальних умов для тривалих транспортувань.

Недоліки: висока вартість, необхідність технічного обслуговування, збільшення маси і складності транспортних засобів.

Використання систем контролю і моніторингу температури

Для ефективного управління температурою асфальтобетону розроблені спеціалізовані системи моніторингу, які дозволяють відстежувати зміни температури матеріалу в реальному часі. Системи можуть бути оснащені датчиками температури, які підключаються до комп'ютера або мобільного пристрою, що дозволяє операторові стежити за станом матеріалу і при необхідності включати або відключати обігрів.

Переваги: можливість дистанційного контролю, поліпшена точність регулювання, запобігання перегріванню або перевантаженню системи.

Недоліки: додаткові витрати на установку і обслуговування устаткування.

Використання термозащитных чохлів

Додатковим методом активного регулювання температури є термозащитные чохла, які можуть бути натягнуті на кузов асфальтовоза. Ці чохла мають хороші теплоізоляційні властивості і дозволяють підтримувати оптимальну температуру в кузові. Деякі моделі термозащитных чохлів можуть бути оснащені вбудованими елементами підігрівання.

Переваги: простота установки, можливість використання в умовах холодної погоди.

Недоліки: обмежена ефективність при довгостроковому

транспортуванні, високі вимоги до регулярного обслуговування.

Теплові гармати і обігрівачі повітря

Для підтримки температури асфальтобетону в процесі транспортування можуть використовуватися теплові гармати, які обігрівають повітря усередині кузова. Такі системи часто застосовуються для перевезення асфальтобетону на великі відстані.

Переваги: швидке прогрівання повітря і матеріалу, ефективність на великих відстанях.

Недоліки: висока потреба в енергії, можливі проблеми з розподілом тепла за усім обсягом кузова.

Сучасні тенденції в регулюванні температури асфальтобетону

З розвитком технологій і зростання вимог до якості будівельних матеріалів останніми роками спостерігається тенденція до збільшення використання високоефективних систем контролю температури. Нові методи включають інтеграцію сенсорів температури і систем автоматичного регулювання, а також використання адаптивних систем, які можуть змінювати інтенсивність обігріву залежно від зовнішніх умов.

Крім того, увага приділяється поліпшенню термоізоляційних властивостей матеріалів, що дозволяє значно понизити витрати на підтримку температури без використання додаткових джерел тепла.

Висновок

Підтримка температури асфальтобетону в процесі транспортування — це складний і багатогранний процес, який вимагає уважного підходу і використання ефективних технологій. Сучасні системи регулювання температури, від пасивних методів до активних систем обігріву і моніторингу, забезпечують необхідний контроль за якістю матеріалу і запобігають його охолодженню до критичних значень. Ефективність кожної системи залежить від конкретних умов експлуатації і специфіки проекту, і на основі цього можна вибрати оптимальний метод регулювання температури.

Література:

1. Технологія та організація будівництва асфальтобетонних установок 1. Управління якістю сировини. URL: <https://www.asphaltall.com/uk/blog/industry-blog/asphalt-concrete-mixing-plant-construction-technology-and-management-1-raw-material-quality-management.html>.
2. ДСТУ Б В.2.7-119-2003 Будівельні матеріали. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови
3. Процес транспортування і укладання асфальтобетонних сумішей. URL: <https://ukrbrezent.prom.ua/ua/a243599-protsess-transportirovki-ukladki.html>.
4. Автомобільна техніка для перевезення гарячого асфальту - самоскиди асфальтовози. URL: https://yak.bono.odessa.ua/articles/avtomobilna-tehnika-dlja-perevezennja-garjachogo.php#google_vignette.

УДК 621.4

АНАЛІЗ НЕОБХІДНОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ Й АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ДВИГУНОМ

Смірнов В.І.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Автоматизація і автоматичне управління двигунами відіграють важливу роль в сучасному виробництві і повсякденному житті. Механізми, оснащені автоматичними системами, забезпечують більш високий рівень точності, стабільності і безпеки. Розвиток технологій дозволяє значно поліпшити виробничі процеси, понизити витрати і підвищити надійність устаткування. У цій статті ми розглянемо причини необхідності автоматизації управління двигуном, основні технології в цій сфері і переваги, які вона може принести.

Головні причини необхідності автоматизації.

1. Підвищення продуктивності і ефективності. Однією з ключових причин впровадження автоматизованого управління є прагнення підвищити продуктивність устаткування. Управління двигунами вручну обмежує можливості підприємства в підтримці постійного рівня ефективності із-за чинників людського чинника і втоми. Автоматичні системи контролю здатні:

- постійно підтримувати стабільні параметри роботи двигуна, що особливо важливо на виробництвах, що вимагають високої точності;
- уникнути затримок і оптимізувати робочі процеси за рахунок швидкого і точного виконання команд;
- скоротити час простою і прискорити виконання завдань за рахунок роботи без зупинок упродовж тривалого часу.

Таким чином, автоматизація дозволяє компаніям отримати конкурентну перевагу за рахунок високої швидкості і точності виробничих процесів.

2. Зниження експлуатаційних витрат. Експлуатаційні витрати включають витрати на персонал, електроенергію і техобслуговування. Автоматизація допомагає понизити витрати завдяки наступним аспектам:

- **зниження потреби в постійному людському контролі.** Система управління може виконувати багато функцій оператора, тим самим скорочуючи кількість працівників або перекладаючи їх на інші, складніші завдання;

- **зниження вірогідності поломок і аварій.** Автоматичні системи можуть відстежувати стан двигуна і подавати сигнали про необхідність технічного обслуговування до того, як виникнуть серйозні проблеми;

- **оптимізація споживання енергії.** Сучасні системи можуть регулювати швидкість і потужність двигуна залежно від робочого навантаження, що знижує витрату електроенергії і збільшує термін служби двигуна.

Таким чином, автоматизація скорочує витрати на ресурси і зменшує необхідність частого технічного обслуговування, що також подовжує термін служби устаткування.

3. Безпека і захист устаткування. Автоматизація дозволяє значно підвищити рівень безпеки і запобігти аваріям, що особливо важливо в умовах виробництва з високою мірою ризику. Сучасні системи безпеки включають датчики і механізми захисту, які можуть:

- виявити перегрівання, підвищений тиск і інші небезпечні умови, автоматично зупинивши двигун або перевівши його у безпечний режим;

- зменшити вірогідність помилок операторів і людського чинника, які можуть привести до аварій;

- забезпечити захист персоналу, запобігаючи виникненню небезпечних ситуацій і зводячи до мінімуму ризики для здоров'я.

Автоматичні системи захисту і аварійного відключення дозволяють уникнути дорогих поломок і простоїв, що робить виробництво безпечнішим і економічно вигіднішим.

Технології і способи автоматичного управління двигунами:

1. Системи управління на основі програмованих логічних контролерів (ПЛК). Програмовані логічні контролери (ПЛК) дозволяють гнучко управляти параметрами роботи двигунів. Вони отримали широке

поширення завдяки надійності, простоті програмування і можливості інтеграції з іншими системами автоматизації. ПЛК дозволяють:

- налаштовувати і змінювати параметри роботи двигуна залежно від поточних умов і завдань;
- інтегрувати системи управління двигунами із загальними виробничими процесами, що дозволяє центрально управляти усіма етапами виробництва;
- використати гнучкі алгоритми управління, які можна адаптувати під конкретні потреби і завдання виробництва.

ПЛК можуть бути пов'язані з різними сенсорами і виконавчими пристроями, що робить їх універсальним інструментом для контролю двигунів в самих різних умовах.

2. Інтелектуальні системи управління з використанням штучного інтелекту (ШІ). Сучасні інтелектуальні системи управління двигунами використовують алгоритми штучного інтелекту і машинного навчання для адаптації до змін і оптимізації роботи устаткування. Такі системи можуть:

- аналізувати дані про роботу двигуна і прогнозувати можливі поломки, що дозволяє проводити профілактичне обслуговування і уникати раптових збоїв;
- автоматично налаштовувати параметри управління залежно від поточних умов, що оптимізує споживання енергії і збільшує продуктивність;
- навчатися на основі накопиченого досвіду і даних, покращуючи свої показники і підвищуючи ефективність.

ШІ-системи управління забезпечують адаптивне і високоефективне управління, яке покращує точність регулювання і знижує експлуатаційні витрати.

3. Використання сенсорних технологій і Інтернету речей (IoT). Технології Інтернету речей (IoT) і сенсори дозволяють збирати дані про роботу двигуна в реальному часі, забезпечуючи додатковий рівень контролю і моніторингу. IoT-пристрою дозволяють:

- отримувати оперативні дані про стан двигуна(температура, вібрація, споживана потужність та ін.), що допомагає своєчасно виявляти неполадки;
- передавати дані в хмарні сховища і використати їх для аналізу, що допомагає виявити закономірності і настроїти процеси для оптимізації роботи;
- забезпечувати видалене управління і моніторинг, що дозволяє оперативно реагувати на зміни стану устаткування.

Таким чином, сенсорні технології і IoT роблять автоматизацію гнучкішою і доступнішою, забезпечуючи моніторинг і контроль на відстані.

Переваги автоматизації в управлінні двигуном.

1. Оптимізація використання ресурсів. Автоматизовані системи управління забезпечують оптимальне використання ресурсів. Це особливо важливо на великих підприємствах, де перевитрата електроенергії і палива може стати значною статтею витрат. Системи дозволяють:

- контролювати і зменшувати споживання енергії, регулюючи потужність залежно від навантаження;
- знижувати знос устаткування за рахунок плавного управління швидкістю і потужністю двигуна;
- забезпечувати стабільну і передбачувану роботу, що позитивно впливає на загальну економічну ефективність.

2. Скорочення простоїв і підвищення надійності. Автоматичні системи управління дозволяють істотно скоротити час простою, пов'язаний з поломками і необхідністю проведення технічного обслуговування. Постійний моніторинг роботи двигуна і автоматичне реагування на збої дозволяє:

- уникати позапланових зупинок устаткування, які призводять до значних збитків;
- забезпечувати передбачувану роботу устаткування, що дозволяє краще планувати виробничі процеси;
- поліпшити надійність усієї системи і збільшити термін служби компонентів, що економить засоби і час.

3. Екологічні переваги. Автоматизовані системи управління допомагають скоротити вуглецевий слід підприємства, мінімізуючи надмірне споживання енергії і викиди забруднюючих речовин. Це досягається за рахунок:

- точного регулювання витрати палива і енергії, що знижує дію на довкілля;
- можливості використання «розумних» алгоритмів, які мінімізують втрати і підвищують енергоефективність;
- поступового переходу на більше екологічні технології і пристрої, що робить виробництво менш шкідливим для довкілля.

Висновки.

Автоматизація і автоматичне управління двигунами потрібні для підвищення ефективності, безпеки і стійкості виробництва. Сучасні технології дозволяють не лише поліпшити якість управління, але і понизити експлуатаційні витрати і дію на довкілля. Розвиток і впровадження таких систем - це важливий крок до підвищення конкурентоспроможності і ресурсоефективності в умовах глобальних змін і зростання промисловості.

Література:

1. Мигаль В.Д., Волков В.П. Технічна кібернетика транспорту. – Х.: ХНАДУ, 2006. – 306 с.
2. Грицюк П.М., Джоші О.І., Гладка О.М. Основи теорії систем і управління: навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2021. - 272 с.
3. Васюра А.С. Елементи та пристрої систем управління автоматики. URL: <http://www.opticstoday.com/>.
4. L. Guzzella, C. H. Onder Introduction to Model-ing and Control of Internal Combustion Engine Systems. Springer Berlin Heidelberg. – 2010. – 354 p.

УДК 621.337.1

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ УСТАНОВОК.

Функендорф В.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Сучасні методи автоматизації асфальтобетонних установок (АБУ) представляють ключовий напрямок у розвитку дорожньо-будівельної галузі, спрямований на підвищення ефективності виробничих процесів, зниження собівартості продукції та покращення якості асфальтобетонних покриттів.

Асфальтні заводи в Україні – один із найбільш затребуваних варіантів спеціалізованого обладнання. Автоматизація асфальтобетонних установок має велике значення для сучасного будівництва, оскільки вона дозволяє значно підвищити ефективність, стабільність якості та безпеку виробництва.

Сучасні методи автоматизації асфальтобетонних установок дозволяють значно підвищити ефективність та точність виробництва, зменшуючи витрати енергії та мінімізуючи участь людини у трудомістких операціях. Автоматизація охоплює різні етапи технологічного процесу, починаючи від автоматичного дозування компонентів до повного контролю за якістю готової асфальтобетонної суміші. Використання сучасних мікропроцесорних систем дозволяє контролювати температурні режими, вологість сировини, швидкість подачі матеріалів, що позитивно впливає на стабільність якості продукції та економічну ефективність процесу (економія палива та електроенергії) [1].

Сучасні автоматизовані установки також підвищують безпеку роботи, оскільки більшість дій виконується без необхідності прямого втручання оператора. Наприклад, у сучасних мобільних установках впроваджено системи управління, які дозволяють виконувати всі операції з одного

робочого місця, що не тільки спрощує роботу персоналу, але й зменшує ймовірність помилок та технічних збоїв [15][17].

Окрім того, автоматизація знижує екологічний вплив на довкілля, наприклад, через зменшення викидів і можливість точного дозування матеріалів, що знижує надлишкове використання сировини. Для проектів з використанням пересувних установок, особливо важливим є забезпечення мобільності та автономності, що дозволяє ефективно працювати на віддалених об'єктах.

Автоматизація процесів у дорожньому будівництві, а саме у виробництві асфальтобетонних сумішей, є необхідністю для сучасної економіки. Розвиток технологій дозволяє впроваджувати інноваційні рішення у виробництві, що дає змогу відповідати високим вимогам якості та стандартизації. У наш час автоматизація включає різноманітні програмно-апаратні комплекси, які об'єднують сенсори, комп'ютери та механічне обладнання для виконання складних операцій.

Сучасні асфальтобетонні установки використовують різні автоматизовані системи, які включають такі елементи:

Системи управління процесом: автоматизація починається з встановлення контролерів, які регулюють температуру, об'єм і дозування сировини. Програмне забезпечення таких систем дозволяє здійснювати контроль якості на кожному етапі.

Сенсорні технології: датчики температури, вологості, тиску та витрати компонентів забезпечують точні дані про параметри виробничого процесу. Вони забезпечують швидку адаптацію процесу до змін у вимогах чи умовах експлуатації.

Комп'ютеризовані системи контролю якості: це програмні комплекси, що здійснюють аналіз якості на основі зібраних даних та надають можливість оператору вчасно виправити параметри виробництва.

3. Сучасні методи автоматизації

Сучасні методи автоматизації асфальтобетонних установок охоплюють такі технології, як [2]:

- PLC (Programmable Logic Controller) – програмовані логічні контролери, що відповідають за керування основними процесами. Вони забезпечують надійність і гнучкість у налаштуванні різних виробничих параметрів.

- SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) – системи диспетчерського контролю та збору даних, що дозволяють в реальному часі здійснювати моніторинг та управління установкою. SCADA-системи є особливо ефективними для великих установок, де потрібен контроль над кількома вузлами виробництва.

- АСУТП (Автоматизована система управління технологічними процесами) – це комплексна система, яка поєднує PLC та SCADA і дозволяє автоматизувати весь цикл виробництва, від дозування компонентів до пакування готової продукції.

- Інтернет речей (IoT) – застосування IoT-датчиків та пристроїв дозволяє отримувати дані про стан обладнання та процесу виробництва в режимі реального часу, оптимізувати роботу установки та здійснювати профілактичне обслуговування.

Переваги та недоліки автоматизації.

Автоматизація АБУ має ряд переваг, зокрема:

- Економічність: зменшує витрати на енергоносії, сировину та обслуговування.

- Підвищення якості: автоматизація мінімізує людські помилки, забезпечуючи високу точність дозування та контроль над якістю.

- Безпека: знижує ризик травматизму, оскільки більшість операцій здійснюються без втручання людини.

Проте існують і певні недоліки:

Висока вартість впровадження: потреба в закупівлі сучасного обладнання та навчання персоналу може значно збільшити витрати.

Необхідність технічного обслуговування: для стабільної роботи автоматизованих систем необхідне регулярне обслуговування та калібрування.

Перспективи розвитку у автоматизації АБУ вважається – інтеграція з системами штучного інтелекту для прогнозування можливих збоїв у роботі, а також адаптація параметрів виробництва залежно від умов експлуатації та вимог замовника. Використання хмарних технологій також відкриває можливості для дистанційного керування та моніторингу установок у реальному часі.

Висновок.

Автоматизація асфальтобетонних установок є важливим кроком у напрямку модернізації дорожнього будівництва. Завдяки впровадженню новітніх технологій, таких як PLC, SCADA, АСУТП і IoT, асфальтобетонне виробництво стає більш економічним, ефективним і безпечним. Перспективи розвитку включають подальшу інтеграцію з штучним інтелектом та хмарними технологіями, що забезпечить ще більшу ефективність і гнучкість.

Сучасні методи автоматизації асфальтобетонних установок охоплюють широкий спектр технологій, призначених для підвищення продуктивності, якості продукції та безпеки на виробництві. Основними аспектами автоматизації є контроль точності дозування сировини, підтримання оптимальної температури суміші, моніторинг вологості, а також зниження потреби у втручанні людини, що мінімізує ризик помилок.

Сукупність цих методів робить автоматизацію асфальтобетонних установок важливим кроком для підвищення ефективності та екологічної безпеки у дорожньому будівництві.

Література

1. Невлюдов І.Ш. Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації : Підручник для студентів вищих навчальних закладів / І. Ш. Невлюдов. Кривий Ріг: Криворізький коледж НАУ, 2017 р. – 444 с.

2. **Moghaddam, M., & Nof, S.** *Collaborative Cyber-Physical Systems (CPS) for Industry 4.0: an architecture for SCADA and PLC integration. IFAC-PapersOnLine*, **2018**. 51(11), 1596-1601.

3. Здоренко В. Г., Лісовець С. М. *SCADA-СИСТЕМИ : навчальний посібник* – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 52 с

УДК 621.337.1

КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІЩЕННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

Шеванов А. Е

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Сучасні комп'ютерні технології диспетчерського управління процесами набули широкого застосування у промислових галузях, де використовуються сипкі матеріали, як-от гірничо-видобувна, дорожньо-будівельна та ін.

Основною метою таких систем є підвищення ефективності, швидкості та безпеки транспортування великих обсягів сипких матеріалів, зокрема піску, щебня, вугілля, руди та зернових культур. Комп'ютерні системи диспетчеризації забезпечують комплексне керування процесами перевезення, контролюючи маршрути, транспортні засоби та стан матеріалів у реальному часі [1, 2].

Однією з головних переваг комп'ютеризованих систем диспетчеризації є їх здатність обробляти великі обсяги інформації та автоматизувати складні процеси. Завдяки сенсорам, встановленим на транспортних засобах, вагах та конвеєрних системах, дані про рух та стан матеріалу надходять безперервно. Сучасні диспетчерські системи дозволяють моніторити швидкість переміщення вантажів, виявляти збої у роботі транспорту та прогнозувати час доставки. На основі цих даних можна оптимізувати маршрут, знижуючи витрати на пальне та покращуючи терміни доставки.

Також важливу роль у таких системах відіграє інтеграція технологій штучного інтелекту (ШІ). Використовуючи методи машинного навчання, ШІ здатен прогнозувати можливі збої, виявляти аномалії у русі матеріалів та пропонувати оптимальні маршрути для уникнення заторів або небезпечних ділянок. Наприклад, система може визначати можливі затримки через

погодні умови або надмірне навантаження на певні ділянки транспортної мережі, що дозволяє диспетчерам швидко реагувати та ухвалювати оптимальні рішення.

Ще однією важливою перевагою є можливість зберігання історичних даних та ведення статистики, що сприяє подальшому удосконаленню процесу. Аналізуючи ці дані, компанії можуть оптимізувати маршрути, обирати кращі варіанти для обслуговування техніки та знижувати експлуатаційні витрати. Окрім цього, зниження простоїв та затримок сприяє підвищенню продуктивності роботи, що позитивно позначається на загальній ефективності.

Отже, застосування комп'ютерних технологій у диспетчерському управлінні процесом переміщення сипких матеріалів не лише підвищує швидкість та ефективність роботи, але й забезпечує гнучкість управління та покращує показники безпеки. У перспективі розвиток таких систем за допомогою технологій ІІІ та інтернету речей (ІоТ) ще більше розширить їх можливості, що зробить процеси транспортування більш передбачуваними, надійними та економічно вигідними [3].

Аналіз джерел щодо комп'ютерних технологій диспетчерського управління процесом переміщення сипких матеріалів передбачає вивчення наукових статей, досліджень, патентів та монографій, що охоплюють різні аспекти застосування комп'ютерних систем і технологій у даній галузі.

Дослідження, що розглядають загальні підходи до диспетчеризації, часто висвітлюють архітектурні рішення для побудови диспетчерських систем, обробку великих обсягів даних, принципи збору й обробки інформації про об'єкти управління. Більшість джерел акцентують увагу на оптимізації процесів управління для зниження витрат та підвищення точності контролю.

Оптимізація руху сипких матеріалів є важливою темою в наукових роботах. Тут досліджується використання алгоритмів для оптимального розподілу транспорту, планування маршрутів, моніторингу логістичних

процесів та їх корекції. У багатьох сучасних дослідженнях аналізуються методи машинного навчання, алгоритми генетичного програмування та нейронні мережі для поліпшення точності прогнозування та адаптивного керування [4].

У багатьох роботах вивчаються технології моніторингу та збору даних за допомогою датчиків. Це дозволяє автоматизовано відстежувати стан матеріалів, швидкість їх руху, навантаження на транспортні засоби тощо. Датчики, інтегровані у систему, здатні збирати інформацію в реальному часі, що забезпечує точність та швидкість реакції на непередбачувані ситуації.

Окрему увагу науковці приділяють використанню технологій штучного інтелекту для підвищення ефективності диспетчеризації. Зокрема, досліджуються методи прогнозування на основі машинного навчання, автоматичної обробки великих обсягів даних, виявлення аномалій та несправностей у системах транспортування сипких матеріалів.

Висновок.

Аналіз бібліографічних джерел свідчить, що комп'ютерні технології диспетчерського управління процесом переміщення сипких матеріалів розвиваються швидкими темпами завдяки впровадженню новітніх алгоритмів оптимізації, систем моніторингу та штучного інтелекту. Розширення застосування IoT та автоматизованих систем обробки інформації відкриває нові перспективи для створення більш продуктивних і безпечних диспетчерських рішень.

Література:

1. Механізація та автоматизація навантажувально-розвантажувальних робіт [Текст] : навчальний посібник. Ч. 1 : Транспортні та навантажувально-розвантажувальні засоби / С. Л. Литвиненко, Г. І. Нестеренко, Т. Ю. Габрієлова, П. О. Яновський : МОН України, ДНУЗТ, НАУ ; за ред. С. Л. Литвиненка. – Київ : Кондор, 2016. – 208 с

2. Організація і технологія вантажно-розвантажувальних робіт : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання / В. П. Кужель, А. А. Кашканов, В. А. Кашканов, О. П. Антонюк. – Вінниця : ВНТУ, 2022. – 152 с.
3. Cavone, G., Carbone, E., et al. "IoT-driven Smart Logistics in Bulk Material Transport: A Case Study of Cement Industry." ResearchGate. 2018.
4. Stevenson, R., Wrightman, S., et al. "Automated Material Handling in Heavy Industry: A Multi-Objective Approach for Transportation Optimization."

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ РОБОТОТЕХНІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ У СФЕРІ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ

Янушкевич Д.А., Іванов Л.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

Унаслідок російського вторгнення Україна стала однією з найзамінованіших країн у світі. За оцінками Організації Об'єднаних Націй, було встановлено, наприклад, що за роки війни, близько 30 % території України забруднено вибухонебезпечними предметами (міни, снаряди, авіабомби тощо), що не розірвалися. На розмінування територій, забруднених вибухонебезпечними предметами (ВНП) піде до 100 років. Уряд України ставить за мету, щоб за десять років 80 % цих територій були обстежені на наявність ВНП та були безпечними безпечними для життєдіяльності мирного населення та військових і необхідна базуватись на креативності підходу до системи гуманітарного розмінування із застосуванням робототехнічних комплексів (РТК).

Одним з надважливих аспектів використання робототехнічних комплексів є спосіб здійснення управління. Це підтверджується наочними класифікаціями РТК [1].

– за поколіннями:

1) роботи 1-го покоління – пристрої з програмним та дистанційним управлінням, які здатні функціонувати тільки в організованому середовищі;

2) роботи 2-го покоління – адаптивні, що мають синтетичні органи «чуття» і здатні функціонувати в заздалегідь невідомих умовах, та пристосовуватися до зміни ситуацій;

3) роботи 3-го покоління – інтелектуальні, мають систему управління з елементами штучного інтелекту;

– за ступенем залежності від оператора:

1) «людина в системі управління» (human-in-the-loop) – до цієї категорії віднесені безпілотні машини, що здатні самостійно виявляти цілі та здійснювати їх селекцію, проте рішення про їх знищення приймає тільки людина-оператор;

2) «людина над системою управління» (human-on-the-loop) – до цієї категорії належать системи, здатні самостійно виявляти та вибирати цілі, а також приймати рішення на їх знищення, але людина-оператор, що виконує роль спостерігача, у будь-який момент може втрутитися та скоригувати чи заблокувати це рішення;

3) «людина поза системою управління» (human-out-of-the-loop) – до цієї категорії віднесені роботи здатні виявляти, вибирати та знищувати цілі самостійно без людського втручання.

В основі наведених класифікацій є відміни у системі управління РКВП, тобто рівень її «інтелектуальності», що робить розробку таких систем дуже важливою темою з наукової точки зору.

Роботи по створенню робототехнічних засобів та систем, включаючи робототехнічні засоби військового (подвійного) та спеціального призначення широко ведуться в усьому світі [3].

Так, експертами з розробки та виробництва мобільних робототехнічних комплексів дається визначення «інтелектуального робота», як такого, що має так звану модель зовнішнього світу чи внутрішнього середовища, яка дозволяє роботу діяти у невизначеному інформаційному середовищі [2].

Таким чином, інтелектуальний РТК – це робот, що включає інтелектуальну систему управління (ІСУ).

ІСУ означає комп'ютерну систему для вирішення завдань, які людина не може вирішити в режимі реального часу, або їхнє рішення вимагає автоматизованої підтримки або дає результати, які можна порівняти з рішеннями людини. При цьому, серед іншого, мається на увазі, що для розв'язуваних завдань ІСУ не передбачає повноти знань, а сама ІСУ повинна

мати можливість упорядковувати дані та експертизу з виділенням суттєвих параметрів, пристосовуватися до змін набору фактів і знань, тощо.

Отже, незважаючи на безліч запропонованих критеріїв інтелекту, найсуворішою вимогою залишається те, що роль людини при взаємодії з ІСУ повинна зводитися лише до постановки завдання. Інтелектуальні системи є необхідним компонентом для вирішення завдань створення моделі світу, системи планування дій та керування цілями. База знань в інтелектуальних системах є однією з основних частин моделі світу та її трансформаційних функцій.

Використання вербальних методів для побудови систем прийняття рішень (СПР), є основою ІСУ [2]. На основі вербальної інформації, одержуваної від експертів в термінах їх предметної області, та методу, що належить до вербального аналізу рішень, будується так зване «вирішальне правило». Вирішальне правило у вигляді таблиці містить вербальний (критеріальний) опис всіх можливих ситуацій, що можуть виникнути, які розподілені по класах. Клас – це рішення, яке приймається у ситуації, що склалась. Вирішальне правило будується на основі логічних, якісних перетворень вербальних змінних за дотриманням психологічної та математичної коректності цих перетворень.

Все це дає підстави стверджувати, що:

- зараз найбільш поширені РТК першого покоління (керовані пристрої);
- швидко удосконалюються системи другого покоління (напіваавтономні пристрої);
- для переходу до використання РТК третього покоління (автономних пристроїв) необхідно розробити ІСУ на базі технологій штучного інтелекту;
- математичні, кількісні методи є найбільш поширеними щодо побудови ІСУ.

Але можливості застосування для побудови СПР кількісних методів часто обмежені. У таких методах робиться неявне припущення, що людина

одноразово вимірює деякий кількісний параметр. Отримане значення є єдиним, що відображає перевагу особи, що приймає рішення (ОПР) [2].

Стосовно систем можна виділити три загальні категорії: конкретні системи, символічні та концептуальні системи (рис. 1).

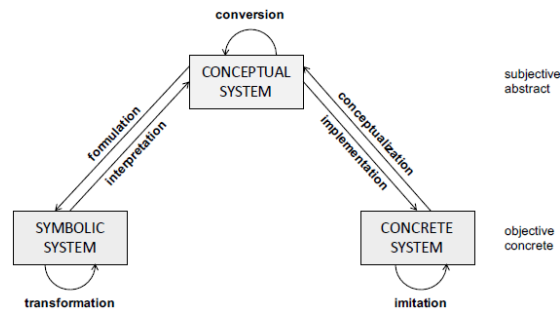


Рисунок 1 – Модельний трикутник концептуальних систем управління

Концептуальна модель ІСУ робототехнічними комплексами гуманітарного розмінування на основі вербальних методів наведена на рис. 2.

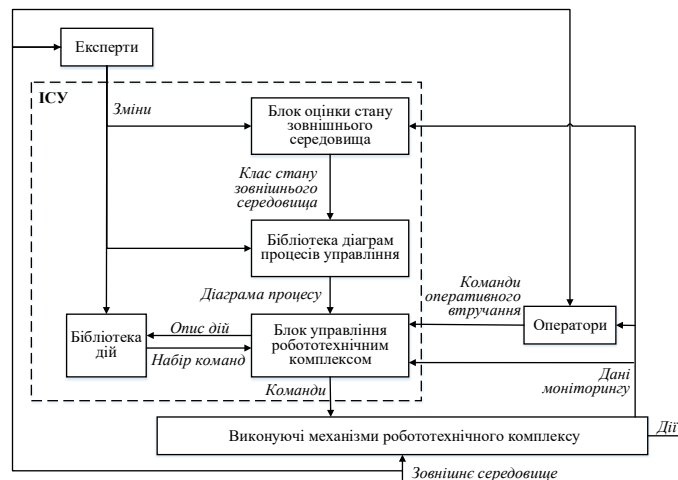


Рисунок 2 – Модель ІСУ РТК гуманітарного розмінування на основі вербальних методів

Модель ІСУ РТК на основі вербальних методів включає такі елементи:

– блок оцінки стану зовнішнього середовища – рівень прийняття рішень. Визначає до якого класу відноситься набір даних моніторингу зовнішнього середовища, що поступив на вхід. Побудований з урахуванням вирішального правила, розробленого з допомогою вербального методу ординарної

класифікації;

- бібліотека діаграм процесів управління – діаграми процесів, що містять опис набору та послідовностей дій РТК у всіх передбачених експертами ситуаціях;

- блок керування РТК – рівень виконання. Перетворює описи дій з діаграм процесів в набори команд для виконавчих механізмів робототехнічного комплексу (ВМРК). У межах діаграми вибір сценарію виконання процесу проводиться згідно набору даних моніторингу зовнішнього середовища;

- бібліотека дій – набори команд для ВМРК, які відповідають діям з діаграм процесів;

- експерти – розробляють вирішальне правило, діаграми процесів та набори команд для ВМРК, вносять відповідні зміни у разі зміни ВМРК;

- оператори – мають можливість оперативно змінити чи зупинити роботу РТК у разі виникнення позаштатної ситуації чи непередбаченої зміни зовнішнього середовища.

Розроблена модель ІСУ дозволяє сформулювати символічні моделі в нотаціях обраних вербальних методів:

- на рівні прийняття рішень;
- на виконавчим рівні.

Література:

1. Nevliudov, I., Yanushkevych, D., Ivanov, L. Analysis of the state of creation of robotic complexes for humanitarian demining. / I. Nevliudov, D. Yanushkevych, L. Ivanov // Technology Audit and Production Reserves, 6/2 (62). – 2021. – pp. 47-52.

2. Hutsa O., Yanushkevych D., Yelchaninov D., Tolkunov I., Ivanov L., Petrova R., Morozova A. Conceptualization of intelligent control systems conceptual model for humanitarian demining robotic complexes based on verbal methods. Science and Innovation Vol. 20 №. 3 (2024), pp. 82-95.

ROBOTICS AND AUTOMATION: CHALLENGES AND PROSPECTS FOR INDUSTRIAL PRODUCTION

Ormanbekova A.A., Bakyt Zh.A.

Almaty Technological University, Almaty

Since its inception, Earth civilization has been constantly striving to improve living conditions, increase human well-being, and peaceful coexistence. Their achievement is inextricably linked with the need to increase labor productivity, train qualified personnel, and the evolutionary processes of scientific and technological progress.

Nowadays, the work of any enterprise, including optical and electronic instrument-making, is unthinkable without the support of electronic digital information technologies of management and automated systems, starting from the technological level and ending with the level of strategy management for top managers. In modern conditions, there is an integration of automated systems related to a certain level, as well as vertically, of the management of an industrial enterprise, a manufacturing organization. It is accompanied by the formation of a single electronic information space (SIS) space, in which a virtual component of an organization, a manufacturing company, called a virtual enterprise, appears. Its functioning and interaction with the external environment is carried out by virtual agents (software robots) of different purposes and names. The creation of the SIS is based on the concept, principles and technologies of information technologies of descriptions of products, the production environment and processes that occur in this environment) CALS (Continuous Acquisition and Life cycle Support - continuous information support of the product life cycle) and agent-oriented virtual enterprises.

PLM solutions are associated with a model-oriented process of production preparation, manufacturing and assembly, often accompanied by the creation of digital models of production. The use of digital models is possible both at the stage of designing and debugging virtual production, and in real time for monitoring

processes and adjusting ongoing production processes.

A number of tasks in the production zone are solved using the functionality of manufacturing execution systems (MES systems), the functions and examples of which are discussed in the report.

Production systems exchange information with automated systems of the technological zone. In the technological zone, various technological mechanisms, stationary and mobile machines, technological equipment are located, including those equipped with numerical control systems (NCS) and supported by the operation of an automated process control system (APCS).



1-figure. PLM-management system TeamCenter of Siemens Industry Software division: a) classic representation of composition; b) representation oriented to support of technologies of systems engineering

For instrument-making enterprises, technological equipment is relevant that implements in an automated mode many technologies of casting, coating, marking, mechanical processing of various materials and allows automating the processes of manufacturing printed circuit boards, applying solder paste or glue to printed circuit boards, arranging elements on a printed circuit board, surface mounting and soldering, assembling printed circuit boards and products. At present, it is possible to develop and debug control programs in the instrumental 2D and 3D virtual environment of both CNC (Fig. 2) and on a personal computer. The report provides examples of such instrumental environments for various means of

technological equipment and notes their features.



a)

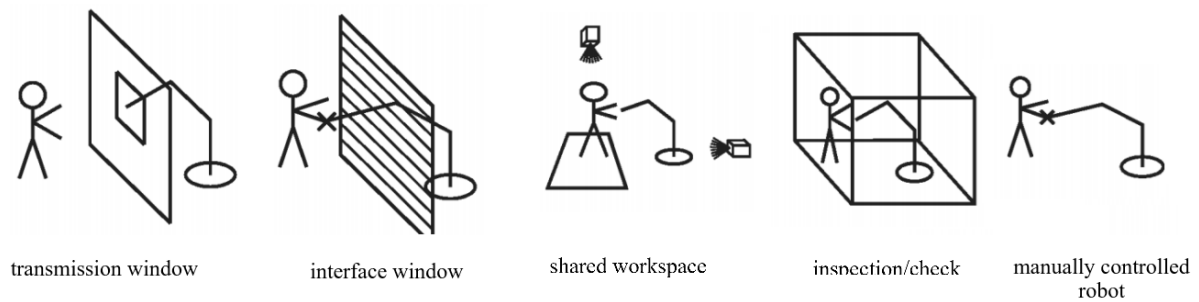


б)

2 - figure. Control panel of a metalworking machine with numerical control systems: a) with two panels; b) one of the operator-technologist's mnemonic diagrams

Industrial robots are developed and used to solve various industrial problems. Their use is also observed in instrument-making enterprises, in particular, in the form of robotic modules and robotic complexes that solve problems of mechanical processing of various materials, soldering, welding, painting, sorting, measuring, assembly and transportation.

In robotic complexes and robotic lines, robots can work autonomously, together with each other and in interaction with a person in the workspace (Fig. 3). The interaction of the operator with the robot is determined by its software and hardware input-output devices. Thus, interaction is possible using setting devices (for example, buttons, joysticks), sound (speech commands, sound signals), visual (gestures, facial expression recognition) and through cerebral interfaces (neurocomputer interface or brain-computer interface).



3 - figure. Examples of human-robot collaboration

In our country, industrial robots produced by foreign companies are mainly used, for example, Fanuc Robotics and KUKA Roboter GmbH. Each of them presents a wide range of robots for various applications (Fig. 4).



4 - figure. Industrial robots from Fanuc Robotics: a) fragment of the robot model range; b) intelligent portable control panel; c) system controller

The final part of the report provides a comparative analysis of the capabilities and demonstrates the feasibility of the widespread use of robots from various companies in robotic complexes of technological systems of industrial enterprises in the instrument-making industry.

References:

1. Alsamhi, S.H.; Hawbani, A.; Sahal, R.; Srivastava, S.; Kumar, S.; Zhao, L.; Al-qaness, M.A.; Hassan, J.; Guizani, M.; Curry, E. Towards sustainable industry

4.0: A survey on greening IoE in 6G networks. Ad Hoc Netw. 2024, 165, 103610. [Google Scholar] [CrossRef]

2. Farooque, R.; Asjad, M.; Rizvi, S. A current state of art applied to injection moulding manufacturing process—A review. Mater. Today Proc. 2021, 43, 441–446. [Google Scholar] [CrossRef]

3. Aminabadi, S.S.; Tabatabai, P.; Steiner, A.; Gruber, D.P.; Friesenbichler, W.; Habersohn, C.; Berger-Weber, G. Industry 4.0 In-Line AI Quality Control of Plastic Injection Molded Parts. Polymers 2022, 14, 3551. [Google Scholar] [CrossRef]

4. Farahani, S.; Khade, V.; Basu, S.; Pilla, S. A data-driven predictive maintenance framework for injection molding process. J. Manuf. Process. 2022, 80, 887–897. [Google Scholar] [CrossRef]

5. Selvaraj, S.K.; Raj, A.; Rishikesh Mahadevan, R.; Chadha, U.; Paramasivam, V. A review on machine learning models in injection molding machines. Adv. Mater. Sci. Eng. 2022, 2022, 1–28. [Google Scholar] [CrossRef]

6. Ha, H.; Jeong, J. CNN-Based Defect Inspection for Injection Molding Using Edge Computing and Industrial IoT Systems. Appl. Sci. 2021, 11, 6378. [Google Scholar] [CrossRef]

7. Liao, Y.; Lee, H.; Ryu, K. Digital Twin concept for smart injection molding. Iop Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 2018, 324, 012077. [Google Scholar] [CrossRef]

Information about the authors

Bakyt Zhanbolat, 2nd year master's student, Automation and Robotics Department

Ormanbekova Ainur, Head of the Department of Automation and Robotics, PhD, Automation and Robotics Department, telephone number: +7 7011315559, ain_25@mail.ru. “Almaty Technological University” JSC, 100, Tole bi str., Almaty, 050012, Kazakhstan

MEDICAL ROBOTS IN KAZAKHSTAN: CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT

Aigerim A.N., Erikzhan A.A., Ulbala B.K., Ulan D.A., Anargul A.S.

Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

Abstract: This article explores the use of medical robots in Kazakhstan, describing their current achievements and areas of application and analyzing the benefits and limitations of these technologies in healthcare. The conclusion discusses the prospects for further development and integration of medical robots in Kazakhstan, as well as a comparative analysis with other countries.

The development of medical robots has become an important part of modern medicine, contributing to improved quality of service and treatment efficiency. In Kazakhstan, the introduction of robotics in medicine began relatively recently, but it has already shown significant potential in fields such as surgery, diagnostics, and rehabilitation. The purpose of this article is to examine the current state of medical robots in Kazakhstan, identify the main achievements and prospects, and analyze their strengths and weaknesses.

One of the well-known medical robots used in Kazakhstan is the Da Vinci robotic surgical system (Fig.1). This robot is used in leading clinics in the country, such as the National Scientific Center of Surgery and the Medical Center of the President's Administration.



Figure 1 - Da Vinci Robotic Assistant as Innovative Technology Enhancing the Field of Surgery [1]

The Da Vinci system allows surgeons to perform complex minimally invasive operations with high precision through robotic "arms," remotely controlled.

Advantages of Da Vinci: Ensures high precision, minimizes postoperative complications, reduces patients' rehabilitation period.

Limitations: High cost of equipment and maintenance, need for specialized training of medical personnel.

Diagnostic Robots. Robots for diagnostics and remote monitoring are also beginning to be used in Kazakhstan. Diagnostic robots provide doctors with new capabilities for examination and monitoring, minimizing patient intervention. This is especially beneficial for treating chronic diseases that require constant monitoring [2]. For example, there are robots that assist in conducting ultrasounds and diagnosing cardiovascular diseases. These technologies allow doctors to obtain highly accurate data, improving diagnostic accuracy and reducing human error.

Advantages: Reduces staff workload, high data accuracy, remote monitoring capability.

Limitations: High cost and limited availability, dependence on technical support.

Rehabilitation Robots: In Kazakhstan, robots are also used for rehabilitating patients who have suffered strokes or injuries to the musculoskeletal system. An example is the ReWalk exoskeleton, which helps patients regain mobility. These robots are used in major medical centers and specialized clinics.

Advantages: Increases rehabilitation efficiency, speeds up patient recovery, reduces the workload of medical staff.

Limitations: Long adaptation and training period for the patient, high cost of equipment.

Key Achievements in the Use of Medical Robots in Kazakhstan.

The use of medical robots in Kazakhstan has significantly improved the precision of surgical operations and reduced the risk of complications. The

implementation of such systems in Kazakhstani clinics also helps shorten patients' hospital stays, enhancing the accessibility of medical services.

Comparative Analysis of Achievements in Kazakhstan and Other Countries

While Kazakhstan is actively developing the field of medical robotics, this sector has already reached high levels of maturity in many countries worldwide. For example, in the United States and Germany, the use of Da Vinci robots has become standard for a range of complex surgical operations, such as tumor removal and cardiac surgery. In South Korea and Japan, robotics is actively integrated into rehabilitation, where robots assist in restoring motor functions and caring for elderly patients [4].

Although Kazakhstan currently lags behind leading countries in the adoption of medical robots, the country shows significant progress in mastering robotic technologies and their application in clinics. With the support of the government and private investors, Kazakhstan may integrate more robotic systems for diagnostics, surgery, and rehabilitation into its medical system in the future [3].

Benefits and Limitations of Using Medical Robots

Benefits:

1. High precision in operations and diagnostics, minimizing human error.
2. Shortened rehabilitation period, which is especially relevant for surgical patients.
3. Reduced workload on medical staff due to the automation of certain tasks.
4. Improved treatment quality and reduced complication rates.

Limitations:

5. High cost of robots and their maintenance, limiting widespread adoption.
6. Shortage of qualified personnel who can operate such devices.
7. Dependence on technical support and the need for frequent equipment upgrades.

8. Limited accessibility for certain patient categories, especially in remote regions [7].

Prospects for the Development of Medical Robots in Kazakhstan

The development prospects for medical robots in Kazakhstan include the creation of educational programs to train specialists who will work with robotic systems. With the growing interest in the concept of Medicine 4.0, increased investment in robotics and artificial intelligence technologies can be expected. This will create opportunities to develop national robotic systems tailored to the needs of Kazakhstani clinics.

In the future, it is anticipated that medical robotics will be used in telemedicine, providing access to high-quality medical services for people in remote areas. Additionally, automating routine procedures such as diagnostics and rehabilitation will help allocate healthcare resources more efficiently [5-7].

Conclusion

The development of medical robotics in Kazakhstan shows high potential for improving the quality of medical services. Each year, the integration of robotics in healthcare grows, fostering an innovative environment and improving accessibility to healthcare. However, for full implementation, it is necessary to develop infrastructure, train personnel, and ensure government support.

References:

1. <https://health-travel.kz/robotizirovannaya-hirurgiya-da-vinci/>
2. Alemasov, R., & Zhumataeva, A. (2022). "Robotics in healthcare in Kazakhstan: current achievements and development prospects". Journal of Medicine of Kazakhstan, 48(3), 24-30.
3. The Association of Healthcare of Kazakhstan. (2023). "Introduction of robotic systems in clinics in Kazakhstan: analysis and review". Access from <https://www.healthcare.kz/reports>
4. International Association of Robotics (IFR). (2022). "World Robotics Report: Healthcare Robotics". IFR. Access from <https://ifr.org/healthcare-robotics>
5. Da Vinci Surgical System. (2023). "The official website of the Da Vinci system". <https://www.davincisurgery.com>

6. American Journal of Robotic Surgery. (2022). "Advancements in Medical Robotics in Emerging Markets". 14(1), 58–70.

7. The United Nations (UN). (2023). "Digitalization and robotics in the healthcare system of developing countries." The UN Report. Access from <https://www.un.org/health-report> McKinsey & Company. (2022). "The Future of Robotics in Healthcare: Global and Regional Trends". <https://www.mckinsey.com>

ANALYSIS OF THE THERMAL CHARACTERISTICS OF A SOLAR HEAT SUPPLY SYSTEM WITH THERMOSIPHON CIRCULATION

Toleberdinova A.¹, Nugmanova S.¹, Ormanbekova A.A.²

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

²Almaty Technological University, Kazakhstan, Almaty

Abstract. This article examines the thermal characteristics performance of thermosiphons in South Kazakhstan. Thermosiphon systems use solar energy to heat water, using natural convection to circulate liquid without the need for external pumps. For research, we have equipped a specially designed thermosiphon system with thermocouples for temperature control and a data logger for data collection. The system consisted of a solar collector, a tank and plug-in plumbing. The results of the experiment showed that under optimal conditions, the temperature effect of the Collector reached 75 °C, the maximum time was about 1.5 hours after the start of solar radiation. The upper layer of water in the storage tank reached a temperature of 60°C during sunny periods. The system will be effective even on winter days. The thermal characteristics measured by performance analysis showed good cohesion. This indicates the possibility of optimization by using preheated water in the tank. We hope that this study will provide valuable insight into the performance of vertical thermosiphon systems in the south of Kazakhstan. The system uses solar energy efficiently to heat water with high efficiency even in the winter months. Optimization strategies such as preheating water can further improve system performance. The results contribute to the development of effective and sustainable solar heating solutions for regions with similar climatic conditions.

Introduction. Research on solar heaters has been discussed.

In a study in the Article [1] a solar heater based on collector lift configurations for clear and cloudy skies was investigated. To increase efficiency, a solar supply system has been developed [2]. For purified vacuum devices, different colors were used, adsorption studies were carried out. Thermophysical solutions have been developed using various absorbent surfaces [3], and absorbent panels have been studied for optimal heat transfer. A protruding plate was also introduced into the air. Efficiency indicators for collectors were determined together with the coefficient of efficiency when changing the shape of the absorber surfaces [4]. A new water heater was introduced that uses used engine oil as an absorber and coolant for maximum absorption of solar radiation [5]. The results showed satisfactory performance, reaching the optimal heating temperature in less than three hours with an average efficiency of 65% and a maximum of 80%..

Materials and methods.

The solar heat supply system is shown in Figure 1.

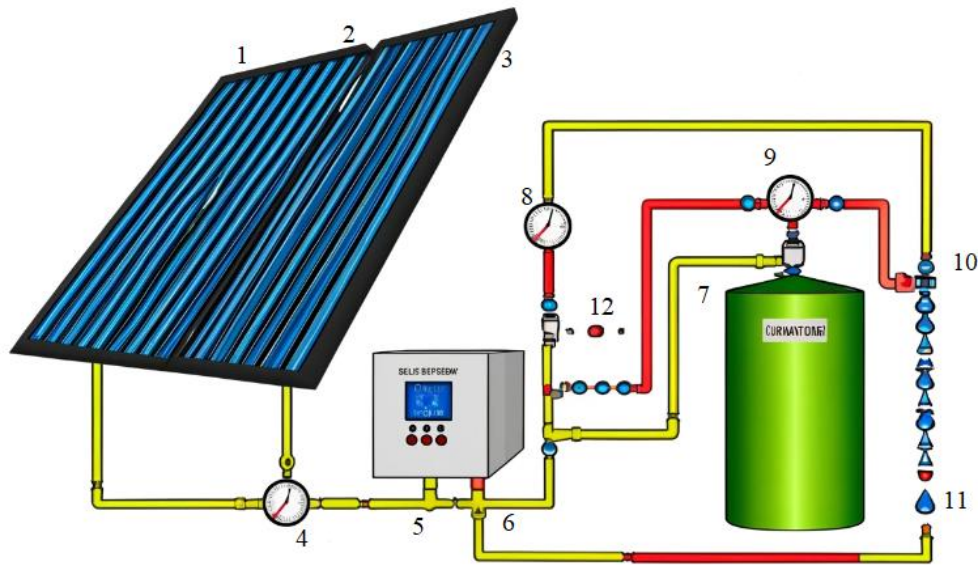


Figure 1. The main diagram of the solar heat supply system is shown.

This figure 1 has a thermally insulated Housing (1), transparent cover (2), tank absorber (3), Rotary Pump (4), heat pump (5), pipe (6), heat exchanger (7), thermometers (8, 9) for measuring the temperature at the inlet and outlet of the tank absorber and in the environment (10), autotransformer (11), tank accumulator (12) and a controller set of electrical measuring instruments in the there is a collector. The refrigerant used is a stainless thin-walled wavy pipe. The SOLAR JET heats the solution in the coils and then prevents the Collector. The cold liquid from the siphon of the sorting tank affects the space, resulting in systematic heat circulation. This system allows you to monitor the expiration date through the siphon, which depends on the size of the siphon head and its geometric parameter. As the water pressure increases, the hydraulic resistance of the siphon also increases, leading to an increase in the speed of this fluid. When the heat transfer to the heat carrier causes a temperature difference in the circuits of the thermosiphon solar system, natural convection begins. This convection moves the heated liquid upwards into the structure, at the same time, replacing it with a less heated one.

Conclusion. This article examines the characteristics of a thermosiphon solar-based water radiator prepared with a vertical distribution tank in the conditions of

mild winters in the southern region of Kazakhstan. Several thermocouples have been prepared for measuring and collecting information. With the help of a pyranometer and a thermometer, the temperature of the solar collector was recorded on a clear day and inside the tank. On a sunny day, the temperature of the upper water layer in the tank with a capacity was 60°C. When you think about it, it is taken into account that the sudden drop in the sun is aimed at insolation approximately, 13:30 was recognized on the security panel with a delay of one hour. When the maximum temperature in the protective plate reaches 85°C, it is 15:00. On this day, the maximum viability that falls on the defense plane is 1000%. The increase in power is explained by the lack of optical power. Research studies have confirmed that losses during the passage of solar energy through glass, as well as resistance to heat flow, are significantly reduced.

References:

1. Zwalnana S, Calebb N, Mangaic M, Sandaa N. Comparative Analysis of Thermal Performance of a Solar Water Heating System Based on the Serpentine and Risers-Head Configurations. *Journal of Renewable Energy and Environment*. 2021, - vol. 8(2). pp. 21-30. [In Eng] DOI: [10.30501/jree.2020.251190.1150](https://doi.org/10.30501/jree.2020.251190.1150)
2. Li S, Wang H, Meng X, Wei X. Comparative Study on the Performance of a New Solar Air Collector with Different Surface Shapes. // *Appl. Therm. Eng.* 114, 2017, 639-644. DOI:10.1016/j.applthermaleng.2016.12.026
3. Vera-Medina J, Fernandez-Peruchena C, Guasumba J, Lillo- Bravo I. Performance analysis of factor made thermosiphon solar water heating systems. *Renewable Energy*, 164, 2021, 1215 – 1229. [In Eng] DOI: 10.1016/j.renene.2020.10.133
4. Zhang L, Zhang T, Pei G, Ji J. Experimental study of the wickless loop thermosyphon solar water heating system under passive and active cycle mode. *International Journal of Low-Carbon Technologies*. -Vol. 12(3), 2017, 256-262. [In Eng] DOI: [10.1093/ijlct/ctx001](https://doi.org/10.1093/ijlct/ctx001)

5. Arunachala UC, Siddhartha Bhatt, M, Sreepathi LK. Experimental study with analytical validation of thermally driven flow in risers of solar water heaters under varying scale thickness and heat flux. Journal of Solar Energy Engineering, Transactions of the ASME, -Vol. 136(2), 2014, 021018. [In Eng] DOI:[10.1115/1.4025716](https://doi.org/10.1115/1.4025716)

Information about the authors

Ardak Tolepberdinova, master, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, ardak.9t@mail.ru

Salima Nugmanova, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, Nugmanova_S@mail.ru

Ormanbekova A.A. PhD, Almaty Technological University, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100

DEVELOPMENT OF ROBOTIC SYSTEMS FOR AUTONOMOUS CONTROL IN SMART CITIES AND INDUSTRY 4.0

Zhaskairatov K.¹, Aliyeva Marta²

Modern technological developments are aimed at creating smart cities and next-generation industries. Autonomous robotic systems play a key role in this transformation, ensuring increased efficiency, safety and sustainability of urban and industrial infrastructure.

Industry 4.0 is the integration of cyber-physical systems, the Internet of Things (IoT), and artificial intelligence to create smart manufacturing processes. Smart cities use these technologies to optimize various aspects of urban life, including transportation, energy supply, and resource management.

Autonomous Driving Technologies:

- Artificial Intelligence and Machine Learning: Allows robots to make decisions on their own and adapt to changing conditions.
- Internet of Things (IoT): Provides connectivity between devices and systems, allowing them to exchange data in real time.
- Cyber-Physical Systems: Combine physical objects and digital technologies to create intelligent control systems.

Artificial intelligence (AI) and machine learning are key technologies for creating autonomous systems. These technologies enable systems to analyze data, learn from it, and make decisions without human intervention. Examples of applications include:

Computer vision: Analyzing images and videos to recognize objects and situations.

Natural language processing (NLP): Understanding and generating human speech to interact with users.

Autonomous decision making: Using algorithms to optimize manufacturing processes and logistics.

IoT connects different devices and systems, enabling the exchange of data in real time. This enables the creation of integrated systems that can adapt to changes and provide more efficient resource management. Examples include:

Smart sensors: Collect data about the state of the environment and infrastructure.

Network protocols: Provide secure and efficient data exchange between devices.

Application Examples:

- Transportation and Logistics

Autonomous vehicles and drones play an important role in smart cities and Industry 4.0. These systems can significantly reduce delivery times and improve road safety. Examples include:

Driverless Cars: Using sensors and AI to control vehicles autonomously.

Delivery Drones: Autonomous delivery of goods over short distances.

- Energy

Smart cities are implementing intelligent energy management systems to optimize energy consumption and reduce costs. Examples include:

Smart Grids: Using sensors and AI to control power grids.

Energy-Efficient Buildings: Using IoT and automation to control heating, lighting, and other building systems.

- Infrastructure

Autonomous resource and infrastructure management systems help optimize city services and improve their quality. Examples include:

Water and sewerage management systems: Automatic regulation of water supply and management of treatment plants.

Building and bridge health monitoring: Using sensors to continuously monitor the health of infrastructure.

Challenges and Prospects:

- Cybersecurity

One of the main challenges in implementing autonomous systems is ensuring data security. It is necessary to develop reliable methods of protection against cyberattacks and unauthorized access.

- Ethical and legal aspects

The use of autonomous systems raises many ethical and legal issues. It is necessary to develop regulations and standards that will govern the use of these technologies and protect the rights of citizens.

- Technical challenges

Although autonomous control technologies are actively developing, they still face technical limitations. It is necessary to continue to improve algorithms and systems to ensure higher accuracy and reliability.

The development of robotic systems for autonomous control in smart cities and Industry 4.0 opens up new opportunities for improving the efficiency and safety of urban and industrial process management. However, successful implementation of these technologies requires addressing a number of challenges related to cybersecurity, ethical and legal aspects.

References

1. Kuru, K.; Yetgin, H. Transformation to Advanced Mechatronics Systems Within New Industrial Revolution: A Novel Framework in Automation of Everything (AoE). *IEEE Access* 2019, 7, 41395–41415. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
2. Penas, O.; Plateaux, R.; Patalano, S.; Hammadi, M. Multi-scale approach from mechatronic to Cyber-Physical Systems for the design of manufacturing systems. *Comput. Ind.* 2017, 86, 52–69. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
3. Karnik, N.; Bora, U.; Bhadri, K.; Kadambi, P.; Dhattrak, P. A comprehensive study on current and future trends towards the characteristics and enablers of industry 4.0. *J. Ind. Inf. Integr.* 2022, 27, 100294. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

4. Ryalat, M.; ElMoaqet, H.; AlFaouri, M. Design of a Smart Factory Based on Cyber-Physical Systems and Internet of Things towards Industry 4.0. *Appl. Sci.* 2023, *13*, 2156. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
5. Zheng, P.; Wang, H.; Sang, Z.; Zhong, R.Y.; Liu, Y.; Liu, C.; Mubarak, K.; Yu, S.; Xu, X. Smart manufacturing systems for Industry 4.0: Conceptual framework, scenarios, and future perspectives. *Front. Mech. Eng.* 2018, *13*, 137–150. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
6. Afolalu, S.A.; Ikumapayi, O.M.; Abdulkareem, A.; Soetan, S.B.; Emetere, M.E.; Ongbali, S.O. Enviably roles of manufacturing processes in sustainable fourth industrial revolution—A case study of mechatronics. *Mater. Today Proc.* 2021, *44*, 2895–2901. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
7. Stankovski, S.; Ostojić, G.; Zhang, X.; Baranovski, I.; Tegeltija, S.; Horvat, S. Mechatronics, Identification Tehnology, Industry 4.0 and Education. In Proceedings of the 2019 18th International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH), East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 20–22 March 2019; pp. 1–4. [[Google Scholar](#)]

Information about the authors

Zhaskayratov Karim, 1st year master's student, Automation and Robotics Department

Aliyeva Marta, Candidate of Philological Sciences, Assistant Professor, Kazakhstan, Almaty, marta.ali777@mail.ru

УДК 004.896

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING IN THE MANAGEMENT OF HEAT TRANSFER AND COOLING PROCESSES AT PRODUCTION SITES.

Zhumabaeva A. K.¹ Ormanbekova A. A.,² Imanbek B. T.,¹

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

²Almaty Technological University, Kazakhstan, Almaty

Abstract. Over the past two decades, significant progress has been made in the use of machine learning methods (ML) for modeling heat transfer and heating systems. ML methods allow researchers to model highly linear and dynamic relationships between many variables, which were very complex tasks when using traditional empirical correlations.

Keywords: machine learning, artificial intelligence, heating, ventilation and air conditioning systems

Introduction. Machine learning (ML) is the creation of computational models that improve performance through examples. Interest in using ML methods for scientific and engineering research is growing, as ML models can serve as data-driven models that can predict highly linear and multidimensional systems [1].

Many people now see MoS as a great potential for the study of thermal sciences, as thermal sciences deal with large amounts of data from experiments, field measurements and numerical modeling. In the field of heat science research, data has been used to obtain correlations between a number of variables, such as the heat transfer coefficient, as a function of the properties of liquids, temperatures and geometric variables. However, such correlations were not very accurate for complex nonlinear systems, as it is difficult to determine the mathematical forms that are ideal for data from such systems. To overcome the limitations of traditional correlations based on mathematical forms, MO models such as artificial neural networks, decision trees, and reference vector machines were tried to be used as regression models in thermal science research [2].

Materials and methods. Recently, deep learning methods have become popular in many applications because these methods can independently identify important features in data without the need for data processing or labeling, thanks

to a model architecture that mimics the human brain. Most DL models use deep artificial neural networks that contain computational blocks (called artificial neurons) organized in a section (called Layers). DL models, including multiple layers between input and output layers, can solve complex nonlinear relationships that are not available to simple MO methods. In addition, thermological scientists and engineers are beginning to use many types of deep neural networks, such as multilayer perceptron (MLP), convolutional neural networks (CNN), generative-opponent networks (GAN), Variational Autoencoders (VAE), and physics-based neural networks (PINN) [3].

Artificial neural networks one of the earliest forms of the MO model is the artificial neural network (ins), which is a computational model inspired by how the brain works. Similar to the brain, ins contains several artificial neurons that serve as computing nodes. Another important concept is a layer made up of a group of neurons. As a rule, ins covers several layers, and neurons in a particular layer transmit their output values to neurons in subsequent layers. The neuron can receive multiple inputs to be measured.



Figure 1. Application of artificial intelligence in the field of renewable energy sources

Machine learning methods were first used in the 1990s to control and optimize heating, ventilation, and air conditioning systems. Since then, a lot of research has been done to save energy and improve thermal comfort. Many studies show that using machine learning techniques to optimize the air conditioning

system can reduce energy consumption by 5% to 30% and increase the comfort of residents. The most popular machine learning methods in this area are controlled artificial and deep neural networks (ANNs and DNNS). However, there are many other methods that can be used, including support vector methods, Gaussian Process models, kernel regression, size reduction methods, and so on [4].

Machine learning can be used in the design and planning of buildings, providing the best solutions for heating, ventilation and air conditioning systems. For example, machine learning helps designers create optimized design schemes by analyzing many examples of architectural design. With its help, it helps to determine which elements or parameters of the design have the greatest impact on the final result and make adjustments to the designer.

Conclusion.

The use of an artificial control system and Mo in the management of heat exchange sites and refrigeration units in industries opens up wide opportunities to increase their efficiency, simultaneously increase energy consumption and increase reliability. Digital twins and intelligent control systems allow you to combine data in a short time, predict the behavior of systems and automate corrections, which leads to significant improvements in energy saving and optimization.

References:

1. Andrea Costa, Marcus M. Keane, J. Ignacio Torrens, Edward Corry, Building operation and energy performance: monitoring, analysis and optimisation toolkit, Appl. Energy 101 (2013) 310–316, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.10.037>.
2. Zi Wang, Hang Yu, Maohui Luo, Zhe Wang, Hui Zhang, Jiao Yu, Predicting older people's thermal sensation in building environment through a machine learning approach: modelling, interpretation, and application, Build. Environ. 161 (2019), <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106231>.
3. J. Park, H. Choi, D. Kim, T. Kim, Development of novel pmv-based hvac control strategies using a mean radiant temperature prediction model by machine

learning in Kuwaiti climate, Build. Environ. (2021), <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108357>, 206-Dec.

4. S. Ikeda, T. Nagai, A novel optimization method combining metaheuristics and machine learning for daily optimal operations in building energy and storage systems, Appl. Energy 289 (2021) 116716, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.116716>.

REVIEW OF METHODS FOR DETERMINING OBSTACLES IN THE WAY OF VEHICLES

Togzhanova K.O., Nokerova S.O.

Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan.

Abstract. As regions develop, it becomes important to adapt the transport system to the changing socio-economic dynamics of municipal districts, industrial centers, urban areas, and transportation networks. This includes improving cargo flow management and traffic control systems. Today, vision systems are widely used, especially in road safety and logistics, to address various challenges.

Keywords: Information system, method, transport, object, sensor, algorithm, recognition.

Introduction. The automatic vehicle detection system helps estimate vehicle size and classify it based on size. To determine the size, it is important to know the vehicle's distance, which can be measured using sensors like wave radars, laser radars, or stereo cameras. Among these sensors, monocular cameras (single-lens cameras) are expected to be the most widely used due to their low cost and ability to perform multiple tasks. However, using these cameras for vehicle recognition in real-world conditions still presents challenges.

Vehicle Detection and Recognition. To improve vehicle recognition, a large collection of images from various environments needs to be gathered, and a suitable recognition algorithm must be developed. Recent methods have focused on using features like edge information (the outline of objects) and machine learning algorithms. One commonly used feature set is Histograms of Oriented Gradients (HOGs), which helps detect edges in images.

Many algorithms have been created to improve upon the basic HOG method, but they still face some limitations. For example, these algorithms only use edge information and ignore other important visual elements, such as brightness or color, which humans use to recognize objects. A different method, called the bag-of-functions algorithm, tries to classify objects by combining different feature sets. However, this approach can lead to false positives (incorrectly identifying

something as an object) because it doesn't consider how these features are related to each other.

These methods rely on creating classifiers—models trained to recognize objects based on sample images. However, classifiers can't be directly corrected when they make mistakes. If an error occurs, the only way to improve the system is to add more examples of incorrect models, which makes fixing specific errors difficult.

Advanced Detection Methods. The first generation of models works by searching the image and then performing classification. One advanced method, R-CNN, uses a technique called selective search, developed by J.R.R. Wylings et al. in 2012, to improve object location. Instead of searching the entire image, the selective search method focuses on smaller regions of the image and groups them hierarchically. These smaller regions are then clustered based on color and similarity. The final result is multiple proposals for regions that can be combined to detect the full object.

Conclusion. Automatic vehicle detection and classification are key to improving road safety and traffic management. While there have been many advancements in image recognition technologies, challenges remain in real-world applications. Future improvements will focus on refining algorithms to use more relevant information, such as color and brightness, and developing systems that can be easily corrected when mistakes occur.



Figure 1 – Custom Search Application

Top: Visualization of the algorithm's segmentation results.

Bottom: Visualization of the algorithm's domain recommendations.

R-CNN (Region-based Convolutional Neural Network) Model

The R-CNN model combines two important methods:

1. Selective search: This method helps find possible regions in an image where an object might be located.
2. Deep learning: This technique is used to detect objects in the regions identified by the selective search.

Here's how it works:

- The image is divided into regions, and each region is resized to fit the input size of a CNN (Convolutional Neural Network).
- The CNN extracts a feature vector (a numerical description of the region) with 4096 dimensions.
- This feature vector is then passed to SVM (Support Vector Machine) classifiers that predict the probability of the object being in that region.
- A linear regressor is used to adjust the bounding box (the rectangular box around the object) to improve its accuracy and reduce errors in locating the object.

R-CNN Model Details

- The CNN model was originally trained to classify images using the 2012 ImageNet dataset.
- The model is configured with regional recommendations (called IoUs or Intersection over Union) that are higher than 0.5, which means it only accepts proposals that cover at least 50% of the ground truth area.
- There are two main versions of the model: one trained with the PASCAL VOC 2012 dataset and the other with the 2013 ImageNet dataset.

Performance

- On the PASCAL VOC 2012 test dataset, R-CNN achieved a mAP (mean Average Precision) score of 62.4%, which was 22.0 points higher than the second-best score.

- On the ImageNet 2013 dataset, R-CNN scored 31.4%, which was 7.1 points higher than the second-best score.

Disadvantages of R-CNN:

1. Slow Training: R-CNN requires classifying 2000 region proposals for each image, which takes a lot of time.
2. Not Real-Time: It's too slow for real-time applications, as it takes about 47 seconds per image.
3. Inefficient Region Proposals: The selective search method used for finding regions doesn't adapt during processing, which can lead to poor region proposals.

Fast R-CNN

The Fast R-CNN model, developed by R. Girshick, aims to solve the time issues by improving how region proposals are handled:

- Instead of running a CNN on each region proposal (like R-CNN does), Fast R-CNN processes the entire image at once.
- It uses a selective search method to identify Regions of Interest (RoIs) directly on the generated feature maps (the features extracted by the CNN).
- The regions are then resized using the RoI pooling layer to fit a fixed size.
- The resized regions are passed through fully connected layers to generate a feature vector.
- This feature vector is used to classify the object and adjust the bounding box using a linear regressor.

YOLO (You Only Look Once)

YOLO (You Only Look Once) is a simpler and faster model for object detection developed by J. Redmon et al. in 2016. It works as follows:

- YOLO divides the image into a grid (SxS).
- Each grid cell predicts bounding boxes (areas where objects might be) and provides a confidence score, which is the probability that an object is present in that box.

- The confidence score is calculated by measuring how well the predicted box overlaps with the ground truth box (IoU).

The YOLO model is much faster than R-CNN and Fast R-CNN because it performs object detection in a single pass through the network, making it suitable for real-time predictions.

Summary:

- R-CNN is accurate but slow due to the need to classify many regions and the time it takes to process each image.

- Fast R-CNN speeds things up by processing the whole image at once and using more efficient methods for region proposals.

- YOLO is even faster, as it makes predictions in a single step, and is ideal for real-time applications.

Non-Maximum Suppression (NMS) is a technique used to remove extra boxes (or predictions) that overlap too much, keeping only the best ones.

In YOLOv2, batch normalization was added along with convolutional layers to improve accuracy and reduce the chance of overfitting (when the model learns too much from the training data and performs poorly on new data).

For YOLOv3, the original Darknet19 backbone was replaced by Darknet53, a better feature extraction network, because Darknet19 wasn't great at detecting small objects.

YOLOv4 made another improvement by replacing the backbone with CSPDarknet53, which helped the model run faster and more accurately.

YOLOv5 is the lightest version, using the PyTorch framework instead of Darknet, making it easier to work with. It also introduced a new focal layer that replaced the first three layers of YOLOv3's backbone, making the model faster with little loss in accuracy.

In conclusion, YOLO (You Only Look Once) offers a new approach to solve the object detection problem by turning it into a simpler task called regression. YOLO is a one-step deep learning algorithm that uses powerful neural networks to detect objects in images.

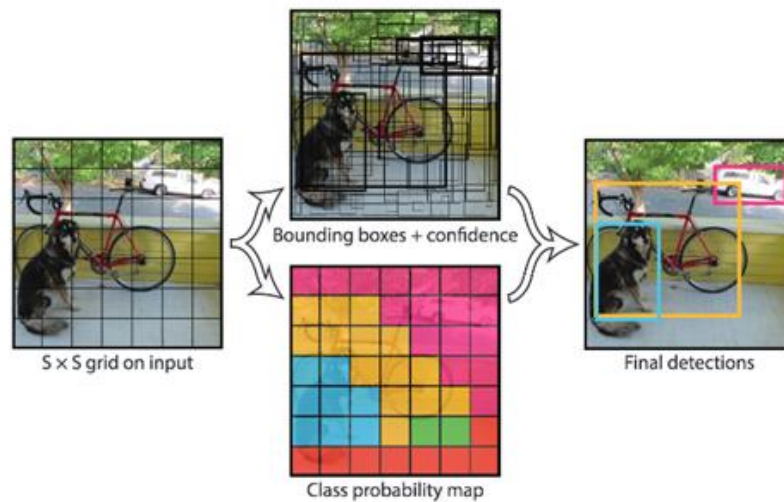


Figure 2 - the working principle of the YOLO V5 algorithm

There are different versions of YOLO. In YOLOv1, the image is split into several smaller, equal-sized grid cells. Each grid cell is responsible for finding the center of an object within it. Each cell can predict a set number of boxes and each box has a confidence score. The box prediction includes five values: the x and y coordinates of the center, the width and height of the box, and the confidence score that the box contains an object.

After predicting the bounding boxes, YOLO uses a method called Intersection over Union (IoU) to compare the boxes and choose the most accurate ones.

UDC 004.896

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF A MOBILE RECONNAISSANCE ROBOT

Tokbayev S.¹, Zhumahan N.²

“Almaty Technological University” JSC, Almaty

Introduction. In recent decades, technology has made a giant leap forward, and robotics has become one of the leading areas defining our future. One of the most promising developments in this field is mobile reconnaissance robots. Such devices are designed to perform tasks in extreme conditions where it is dangerous or impossible for a person to get to. They are used in the military, rescue operations and even in research expeditions.

An example of the successful use of such devices is the PackBot robot, which was used by the US military to clear mines in Iraq and Afghanistan. Such robots demonstrate how effective their assistance can be in high-risk tasks.

Goals and objectives. The purpose of the intelligence robot development is to create a device that can perform complex tasks in an autonomous or semi-autonomous mode, collecting data and ensuring their safe transmission to the operator.

Example: During the earthquake in Turkey in 2023, robots equipped with cameras and thermal imagers were used to search for survivors in the rubble. This allowed rescuers to focus on spot operations without risking their lives.

The main tasks facing such robots include:

Intelligence gathering. For example, monitoring the terrain before performing military operations.

Work in dangerous conditions. An example is the use of a robot to inspect a chemically contaminated area.

Quick response. In case of emergency situations, such as a gas leak or an accident at a power plant, the robot is able to quickly assess the situation.

Stages of development.

Choice of construction and mechanics .

At the first stage, it is necessary to determine the type of movement of the robot. For example, tracked robots such as Dragon Runner show high cross-country performance. At the same time, wheeled robots such as RoboScout provide greater speed and maneuverability on flat surfaces.

Equipment with sensors and communication modules.

To perform reconnaissance tasks, the robot is equipped with special equipment:

Cameras. They include night vision or a thermal imager, as in the FLIR SUGV robot.

Lidars. They are used to map the area, as the Boston Dynamics Spot robot does.

Gas sensors. Such systems are used in robots to assess the level of toxic substances, for example, in industry.

Software.

Modern robots are equipped with artificial intelligence systems, which allows them to find their own way in unfamiliar terrain.

Example: The Robot Operating System (ROS) software used in the development of the Husky A200 robot allowed the integration of machine learning algorithms, which made it useful for complex cartography tasks.



Pic 1. FLIR SUGV robot



Pic 2. Boston Dynamics Spot Robot

Real-world testing.

At the final stage, the robot is tested in conditions as close as possible to real ones. For example, robots designed to work in minefields are being tested in training areas with simulated real threats.

Areas of application. Military tasks. Mobile reconnaissance robots are actively used for reconnaissance and disposal of explosive devices. For example, the iRobot PackBot robot was successfully used to inspect buildings for threats during operations in Afghanistan.

Rescue operations. After the Fukushima nuclear power plant accident in 2011, robots such as Quince were used to survey radioactive areas. This made it possible to minimize the effects of radiation on people and quickly collect damage data.

Civil Research. In the scientific field, robots are used to explore dangerous areas. For example, the Remus 6000 underwater robot studied the remains of the sunken ship Titanic at a depth of more than 3 km.

Problems and solutions.

Problems:

- Limited battery life. Modern batteries do not always provide sufficient duration of missions.

- High cost. The development of robots requires large financial investments.
- Interference and communication failures. In conditions of strong electromagnetic influence, for example, on the battlefield, communication with the robot may be disrupted.

Possible solutions:

- The use of more capacious batteries and solar charging technologies.
- Development of modular structures that make it possible to reduce the cost of production.
- The use of secure communication protocols, such as those used in military drones.

Ethical Considerations. The deployment of mobile reconnaissance robots raises several ethical questions that need careful evaluation. While these machines are designed to minimize human risk, their use in military or surveillance contexts can potentially lead to unintended consequences.

For example, reliance on autonomous robots in military operations might lead to decisions being made by artificial intelligence without sufficient human oversight. This could result in ethical dilemmas, especially in situations where civilian safety is at risk. Additionally, the use of robots for surveillance purposes may infringe on privacy rights, necessitating clear regulations and transparency about their usage.

Ensuring that these technologies align with ethical standards requires international cooperation, guidelines, and the development of fail-safe systems that allow humans to override critical decisions made by AI.

Future Trends and Innovations. The future of mobile reconnaissance robots is poised to bring groundbreaking innovations, driven by advances in artificial intelligence, energy storage, and material science.

Swarm Robotics:

Research is underway to create networks of small, interconnected robots that can operate collaboratively. Inspired by the behavior of insect swarms, these robots

could perform tasks such as area mapping or search-and-rescue missions more efficiently than a single robot.

Biomimetic Design:

Future robots may take inspiration from nature, adopting characteristics like the flexibility of snakes for navigating narrow spaces or the agility of animals for climbing and jumping over obstacles. For instance, the Boston Dynamics Cheetah prototype demonstrates high-speed mobility resembling a real cheetah.

Integration with IoT:

By connecting robots to the Internet of Things (IoT), they can gather and process data from a wide range of external devices. This capability could enable seamless integration with smart cities, where robots monitor infrastructure, detect hazards, or even deliver critical supplies.

Advanced Power Solutions:

Scientists are exploring new power sources, including hydrogen fuel cells and piezoelectric materials, to increase robots' operational time and reduce dependence on traditional batteries.

Conclusion. Reconnaissance mobile robots play a key role in carrying out tasks that were previously associated with a risk to human life. Using the example of robots such as PackBot and Quince, it is clear that such technologies not only increase work efficiency, but also save lives.

The future of robotics is linked to the development of autonomous systems, artificial intelligence and improved energy efficiency. Each new stage of development brings us closer to making robots an integral part of our lives, performing complex and dangerous tasks.

References

1. Beketayev, K., & Abdrakhmanov, M. (2020). Introduction to Robotics: Theory and Applications. Almaty: Kazakh Technical Press.
2. Yessenov, A. (2018). Sensors and Actuators in Robotics. Nur-Sultan: Eurasian National University Publishing.

3.Kairat, S., & Zhussupov, R. (2021). Artificial Intelligence in Modern Robotics. Al-Farabi Kazakh National University.

4.Kazakhstan Robotics Research Institute (2022). Applications of Robotics in Resource Exploration. Almaty: KRRI.

5.Nurpeisov, D. (2019). Autonomous Systems: A Practical Approach. Astana: Future Technologies Press.

Information about the authors

Tokbayev Sultan¹, student, Automation and Robotics Department, telephone number: +7 776 967 8575, sultantokbaev.sch22@gmail.com

Zhumahan Nurzhan², lecturer, Automation and Robotics Department, telephone number: +7 747 647 3295, nurzhan_14_95@mail.ru

“Almaty Technological University” JSC, 100, Tole bi str., Almaty, 050012, Kazakhstan

UDC 697.34

**DIGITAL TECHNOLOGIES FOR CONTROL OF HEAT COOLING
SUPPLY SYSTEMS AT INDUSTRIAL FACILITIES: INCREASING
EFFICIENCY, ECONOMY AND RELIABILITY**

Mashchanova T.R.¹, Ormanbekova A.A.², Nugmanova S. A. ¹,

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

²Almaty Technological University, Kazakhstan, Almaty

Abstract. Currently, industrial facilities are facing increasing demands on the efficiency, reliability and cost-effectiveness of heat and cooling systems. The article discusses the use of modern digital technologies to control such systems. SCADA systems, IoT sensors and predictive analytics play an important role in optimizing heat and cold supply management processes at industrial facilities.

Keywords: SCADA system, IoT sensors

Introduction. Heat and cooling systems are an important component in industrial facilities where it is required to maintain optimal temperature conditions for production processes. Due to the constant increase in energy consumption and changes in legislation in the field of energy efficiency, industrial enterprises are striving to introduce new technologies to optimize heat and cooling systems. Digital tools such as SCADA systems, IoT sensors and predictive analytics provide opportunities for automation of control and monitoring of heat and cooling systems, which allows to increase the efficiency, cost-effectiveness and reliability of these systems.

Features of digital control technologies for heat and cooling systems: SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) systems allow operators to monitor and manage processes in real time, as well as analyze data to optimize the operation of heat and cooling systems. The use of IoT sensors allows you to collect information about the condition of equipment and environmental conditions, which helps to prevent emergencies and optimize maintenance costs. Predictive analytics allows you to predict energy consumption and take measures to reduce costs,

which leads to a reduction in energy consumption and an improvement in the efficiency of heat and cooling systems.[1]

Research methods. To achieve this goal, the following research methods were used:

1. Analysis of literary sources - a review of scientific publications on the research topic was conducted to identify the main trends and achievements in the field of digital technologies in heat and cooling supply.

2.Engineering calculations - the calculation of energy consumption and efficiency of the heat and cooling system using various digital technologies has been carried.

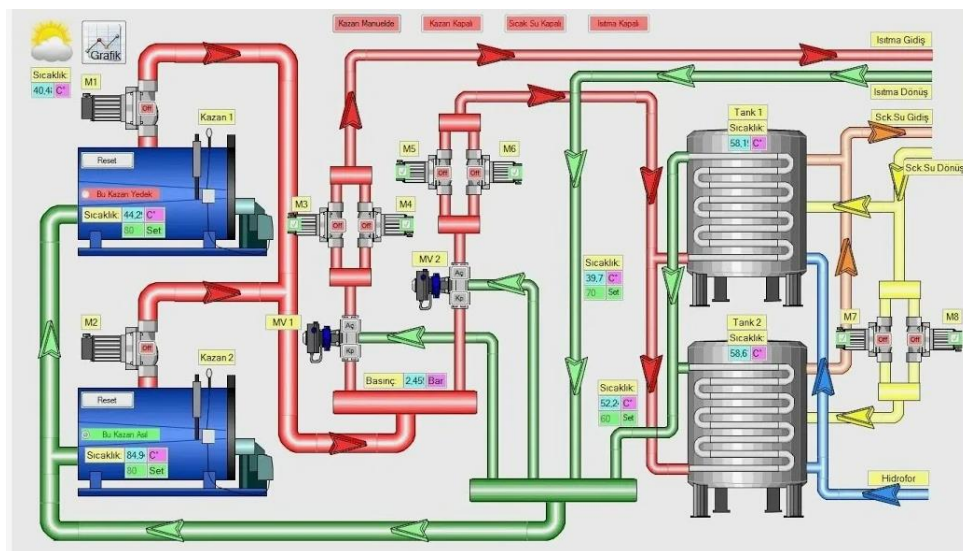


Fig.1-The use of Scada elements and IoT sensors in production.

Examples of successful implementation of digital technologies: Many industrial enterprises have already successfully implemented digital technologies for managing heat and cooling systems, which has led to significant improvements in the operation of these systems.[2] For example, the use of the SCADA system in a food production plant allowed operators to monitor and optimize cooling processes in real time. One of the successful examples of the introduction of digital control systems at an industrial facility is Alfa-Thermo, which has implemented a system for monitoring and controlling heat and cooling supply at its production

facility. Thanks to this system, it was possible to significantly improve the efficiency of the system, reduce energy costs and equipment maintenance, as well as increase the level of safety and reliability of operation. SCADA systems allow remote monitoring and control of heat and cooling supply processes. They provide operational analysis of data on temperature, pressure, refrigerant flow and other system parameters. This allows operators to make quick decisions to optimize the operation of the system and prevent possible emergencies.[3]

IoT sensors are used to collect data on the technical condition of equipment and environmental conditions. They can be installed on the equipment of heat and cooling systems to monitor its operation in real time. Thanks to this, operators can quickly respond to any deviations from the norm and carry out maintenance in a timely manner.[4]

An example of the successful implementation of digital heat and cooling technologies in an industrial enterprise is ABC, which introduced the SCADA system and IoT sensors in its production in Fig.1. Thanks to this, it was possible to reduce energy consumption by 15% in the first year of operation. It was also possible to improve the reliability of the system and reduce the risk of accidents.[5]

Conclusion. The introduction of such systems makes it possible to reduce maintenance and operation costs, improve the safety of production processes and improve the working conditions of employees. The advantages of digital technologies include the ability to remotely monitor and manage, analyze large amounts of data, automate processes and increase the reliability of the system.

References:

1. Larin, V.N. Digital technologies for control of thermal engineering processes in industrial enterprises // Heat and Mass transfer. - 2020. - No. 4. - pp. 56-64.
2. Belov, A.I. The use of artificial intelligence to optimize the operation of heat and cooling systems // Journal of Technical Thermophysics. - 2019. - Vol. 1. - pp. 102-110.

3.Smirnov, P.A. Automation of heat and cooling monitoring systems at industrial facilities // Bulletin of Energetics. - 2018. - No. 2. - pp. 78-85.

4.Chistyakov D.V., Kolesnikov D.A., Shultz S.V. et al. "Digital tools for management and monitoring of heat and cold supply systems". St. Petersburg: Polytechnic, 2017.

5.Goncharov A.A., Ivanov S.P., Pavlov D.M. et al. "The use of digital technologies to improve the efficiency of heating and cooling systems and cold supply at industrial facilities". M.: Publishing House "Teploenergetika", 2019.

СЕКЦІЯ 3

ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ ТА ВБУДОВАНІ СИСТЕМИ

UDC 004.896:683.338

OVERVIEW OF DIGITAL LOCKS WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Lvov A.A., Sotnik S.V.

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv

In today's world, automation processes are increasingly penetrating our daily lives, and home safety is no exception [1-3]. Important place in this area is occupied by electronic locks, which offer modern solutions to protect our homes [4-6]. Thanks to innovative technologies and automated access control systems, such locks provide convenience, security and variety of access methods, which allows them to be integrated into overall smart home system.

In this work, we will consider four different models of electronic locks, analyze their characteristics, advantages and disadvantages, which will help to better understand which of them can be best choice for home.

First, main characteristics of Philips Easy Key Alpha lock (Fig. 1) are defined: numeric touch keypad, automatic locking system, modern black design, ability to open by code and built-in security system.

In course of analysis, advantages of Philips Ease Key Alpha lock were determined: ease of use without physical keys, automatic door closing, modern style, reliable security, ease of installation and management.



Figure 1 – Digital locks with artificial intelligence Philips Easy Key Alpha

The main disadvantages include: dependence on battery, higher cost compared to mechanical locks, need for periodic battery replacement, possible difficulties at low temperatures and risk of forgetting code.

The second analogue will be Philips Easykey DDL702E lock (Fig. 2) with following characteristics: smart lock with Wi-Fi, has ability to remotely manage access codes, supports various opening methods (smartphone, code, key), ability to receive access notifications and status changes, and is also intuitive interface and high level of encryption.

The advantages of lock are as follows: ability to control from anywhere in world, support for various access methods, real messages, wide range of mobile applications for ease of use, and advanced encryption systems for protection.

The disadvantages are: dependence on Wi-Fi (an unstable signal complicates management), power consumption (need to regularly replace battery), cost (higher price compared to traditional locks), vulnerability to hacker attacks and potential system failures.



Figure 2 – Smart lock Philips Easykey DDL702E

Thirdly, let's consider main characteristics of Philips Easykey7300 lock (Fig. 3): digital lock with elegant and compact design, support for various access methods (code, key, mobile application), has intuitive interface, high level of encryption and ease of installation.

The advantages of lock are defined: compactness, ease of use, ease of installation, high security and modern design that harmoniously fits into interior.

The disadvantages of such lock will be: dependence on power source (need to replace battery), higher cost compared to traditional locks, vulnerability to hacker attacks, possible software failures and need for user training.



Figure 3 – Smart lock Philips Easykey 7300

Fourth, let's look at main characteristics of Kaadas K9 Black lock (Fig. 4): electric lock with fingerprint function, access via fingerprint, key or mobile application, modern stylish design with Push-Pull handle, ease of installation and high level of encryption.

Let's highlight advantages of lock: ease of use (quick access by fingerprint), aesthetic appearance, convenient Push-Pull handle, support for multiple access methods and high level of protection.

Now let's highlight disadvantages: dependence on battery (may require replacement), higher cost compared to traditional locks, possible software failures, need for user training, and limited operation in low temperature conditions.



Figure 4 – Smart lock Kaadas K9 Black with fingerprint

Key aspects that you need to pay attention to when designing artificial intelligence lock for access control: safety & security; technical characteristics (reliability of hardware, energy efficiency and autonomy of operation, resistance to various weather conditions, speed of recognition system, quality and durability of mechanical components); AI functionality (biometric recognition algorithms, anomaly detection system and hacking attempts, adaptive learning to improve recognition accuracy, analysis of user behavioral patterns, prediction of possible failures and maintenance needs); user experience & integrations.

In this work, comprehensive review and comparative analysis of four modern digital locks with elements of artificial intelligence was carried out: Philips Easy Key Alpha, Philips Easykey DDL702E, Philips Easykey7300 and Kaadas K9 Black. The purpose of study was to determine main characteristics, advantages and disadvantages of each model to help consumers choose best solution to protect their homes. As result of analysis, it was found that all models under consideration offer high level of security and ease of use due to variety of access methods (fingerprints, codes, smartphone), but have common disadvantages, such as dependence on batteries and higher cost compared to traditional locks. The conducted research allows potential users to make informed choice of smart lock in accordance with their specific needs and priorities in ratio of functionality,

security, and usability. In future, this research will be prerequisite for creating your own lock design with artificial intelligence

References:

1. S. Sotnik, "Development of automated control system for continuous casting," *Radio Electronics, Computer Science, Control*, 2024, issue 2, pp. 181-189.
2. Ф.В. Кирпота, та інші. "Визначення функціональних вимог в автоматизованій теплиці," *International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics and Telecommunications dedicated to the 85th anniversary of the Department of Theoretical Radio Engineering and Radio Measurements*, 2024, pp. 182–185.
3. A. Y. Hubar, et al. "Impact of automation and cals technologies on human factor in production," *The 5th International scientific and practical conference “Perspectives of contemporary science: theory and practice”* (June 24-26, 2024) SPC “Sciconf.com.ua”, Lviv, Ukraine, 2024, pp. 243-249.
4. Я. І. Халімонов, та інші. "Створення інтелектуального модулю для автоматизованого моніторингу середовища у приватних та комерційних приміщеннях з використанням комп'ютерно-інтегрованих технологій," *International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics and Telecommunications dedicated to the 85th anniversary of the Department of Theoretical Radio Engineering and Radio Measurements*, 2024, pp. 176-181.
5. С. В. Сотник, та інші. "Аналіз систем автоматизації визначення умов у житлових та робочих приміщеннях з використанням комп'ютерно-інтегрованих рішень," *Автоматизація, електроніка та робототехніка (AERT-2023)*, 2023, pp. 32-35.
6. S. V. Sotnik, et al. "Analysis of searching methods for explosive objects using information technology and computer modeling," *Стан, досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій / Матеріали XXIV Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів. Одеса, 18-19 квітня 2024 р., 2024*, pp. 20-22.

UDC 004.932

OVERVIEW OF COMPUTER VISION AREAS APPLICATION FOR INSPECTION AND QUALITY CONTROL

Khalimonov Y.I., Sotnik S.V.

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv

In today's world, computer vision is becoming integral part of production processes. It provides the ability to automate inspection and quality control, which increases productivity, reduces scrap and minimizes human factor. For specialists in field of automation and computer-integrated technologies and robotics, research and implementation of computer vision is promising area.

Modern production requires not only high speed of production, but also impeccable quality [1-7]. The use of computer vision to control quality of parts on production assembly lines makes it possible to automate inspections, ensure consistent quality and reduce manual labor costs (Fig. 1). Such system allows you to inspect parts in real time and identify defects at initial stages of production cycle.

The computer vision system on assembly line consists of high-resolution cameras, light sources, and image processing software. When part passes in front of camera, system receives image, processes it and analyzes it according to specified quality parameters. If defect is detected, system can send signal to stop conveyor, sort defect or reject it.

Surface defect detection is integral function of computer vision, which allows you to detect scratches, cracks, stains and other defects on surface of part. The system analyzes texture, color, and shape, comparing them with reference parameters. For example, scratches can be recognized by analyzing surface structure, and color changes by comparing them with basic color references.

Some parts have strict dimensional and geometric parameters. Cameras can capture deviations from set dimensions in real time by measuring length, width,

thickness, or angle of part. For example, computer vision system can measure hole diameters or distance between individual parts of part with micron accuracy.



Figure 1 – Computer-Aided Manufacturing

At stages where parts have to be assembled into one module, computer vision can control correct assembly. This is important when parts are made up of numerous elements, and their proper placement is crucial. For example, system can determine whether all components are in place and whether their location matches the drawings.

Computer vision can perform an analysis of shape of part, detecting any deviations in symmetry or contours. This is important for parts that must have strictly symmetrical shape or certain contours. For example, to detect axis curvature or deformation of rims on parts (Fig. 2).

To implement quality control on production conveyors using computer vision, number of technical solutions and algorithms are used to achieve high accuracy and reliability when checking parts [8]. Among main methods, pattern comparison methods stand out, when image of the part is compared with reference pattern, which makes it possible to quickly detect deviations from norm. Color and texture analysis algorithms are also widely used, which are able to recognize even small changes in structure or shades of surface of part, which may indicate presence of defects.



Figure 2 – Example of computer vision in manufacturing

In cases where shape and geometry control is critical, 3D scanning is used, which involves creating three-dimensional model of object using stereo cameras or laser scanning, so that shape of parts can be accurately checked. In addition, one of promising areas is use of machine learning algorithms, in particular neural networks, which can be trained to recognize certain types of defects [9]. These algorithms allow system to adapt to changes in production process and find even those defects that have not been encountered before. Thanks to combination of these technologies, computer vision becomes universal tool that significantly improves quality and efficiency of control in production.

The use of computer vision on conveyor lines ensures high accuracy and speed of part inspection, which is especially important for high-speed production. The system allows you to consistently maintain same level of product quality, avoiding influence of human factor, fatigue or subjective assessments, which makes quality control more reliable and predictable. Computer vision detects defects at early stage, which reduces the amount of defects and saves resources due to rapid rejection of mismatched parts. In addition, system integrates seamlessly with other manufacturing solutions such as ERP and MES, allowing quality data to be automatically transferred to databases for further analysis or reporting. Overall, computer vision on assembly line helps to improve production efficiency, reduce quality control costs, and increase the reliability of all manufacturing processes.

The use of artificial intelligence (AI) and machine learning in computer vision systems significantly increases their accuracy and adaptability: self-learning and adaptability, deep learning, image segmentation and classification, big data analysis. The relevance of Big Data is growing in modern production due to need to process and analyze large amounts of information coming from various sources – sensors, cameras, IoT devices, etc. [10].

Thus, in today's manufacturing environment, where every part must meet high quality standards, computer vision technologies open up new possibilities for automation and control. The computer vision system on assembly line allows you to quickly and accurately inspect products without interruption, ensuring that every part meets established quality criteria. This reduces production costs, as number of defects is reduced, and at same time optimizes inspection time. Continuous quality control ensures company's competitiveness in market and increases customer confidence in products. That is why computer vision technologies are increasingly becoming key element of modern production processes and are important area for further research and improvement.

Computer vision on assembly lines is powerful quality control tool that allows manufacturers to achieve high levels of reliability and accuracy. The implementation of this technology promotes automation, reduces production costs, and increases overall production efficiency. For specialists in automation and computer-integrated technologies, development and application of computer vision systems opens up new opportunities in professional growth and research.

References:

1. S. Sotnik, "Development of automated control system for continuous casting," Radio Electronics, Computer Science, Control, 2024, issue 2, pp. 181-189.
2. Ф. В. Кирпота, та інші. "Визначення функціональних вимог в автоматизованій теплиці," International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics and Telecommunications dedicated to the 85th anniversary of the Department of Theoretical Radio Engineering and Radio Measurements, 2024, pp. 182-185.

3. Я. І. Халімонов, та інші. "Створення інтелектуального модулю для автоматизованого моніторингу середовища у приватних та комерційних приміщеннях з використанням комп'ютерно-інтегрованих технологій," International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics and Telecommunications dedicated to the 85th anniversary of the Department of Theoretical Radio Engineering and Radio Measurements, 2024, pp. 176-181.

5. С. В. Сотник, та інші. "Аналіз систем автоматизації визначення умов у житлових та робочих приміщеннях з використанням комп'ютерно-інтегрованих рішень," Автоматизація, електроніка та робототехніка (AERT-2023), 2023, pp. 32-35.

6. S. V. Sotnik, et al. "Analysis of searching methods for explosive objects using information technology and computer modeling," Стан, досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій / Матеріали XXIV Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів. Одеса, 18-19 квітня 2024 р., 2024, pp. 20-22.

7. A. Y. Hubar, et al. "Impact of automation and CALS technologies on human factor in production," The 5th International scientific and practical conference "Perspectives of contemporary science: theory and practice" (June 24-26, 2024) SPC "Sci-conf.com.ua", Lviv, Ukraine, 2024, pp. 243-249.

8. I. Nevludov, et al. "Development of the comprehensive method for quality assessment of plastic parts." Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2017, 1 (1), pp. 18-26.

9. P. Sukhno, et al. "Critical review of GSM network structure," Manufacturing & Mechatronic Systems 2024: Proceedings of VIII st International Conference, Kharkiv, October 25-26, 2024, pp. 37-41.

10. V. Kaponkin, et al. "The role of big data in improving functionality of search engines," The 8th International scientific and practical conference "European congress of scientific achievements" (August 12-14, 2024), Barca Academy Publishing, Barcelona, Spain, 2024, pp. 69-76.

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT CONTROLLED AIR EXCHANGE SYSTEM FOR USE IN STANDARD CONDITIONS BASED ON IOT

Dzhumabekova Z.A., Fazylov N.N.

Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan

Abstract. The article discusses the basic principles of the Internet of Things (IoT) and embedded systems, as well as their interconnection and application in various fields such as smart homes, healthcare, industry and transport. The role of these technologies in improving the quality of life and increasing the efficiency of various processes is emphasized. Particular attention is paid to the prospects for the development of IoT in the context of the introduction of 5G technology, which is expected to contribute to a sharp increase in the number of connected devices and reduce energy consumption. It is expected that by 2021, the number of IoT devices in the world will reach 16 billion. The research is aimed at analyzing modern achievements in the field of IoT and identifying the challenges faced by these technologies, as well as considering their prospects in the context of digital transformation of society. The article also describes research methods, including theoretical analysis, comparative analysis, modeling and experimental testing. The results of the study show that the introduction of IoT and 5G technologies will lead to fundamental changes in society, business and production processes, opening up new opportunities for automation and optimization of various fields of activity.

Introduction. In the modern world, the Internet of things (IoT) has become an integral part of the daily life of society. As a result of the development and implementation of wireless networks, the constant increase in the bandwidth of Internet connections and the creation of new devices, a person surrounded himself with a network infrastructure that helps him with one click and performs tasks that previously had to be solved independently. According to research conducted by analytical companies [1], the number of connected devices is growing every year. The concept of the Internet of Things permeates all sectors of society and is in the process of continuous improvement. Now, 15 years after the birth of the IoT, the Internet of Things has become one of the main trends in high technology.

The purpose of the research. The purpose of this study is to analyze the principles of the Internet of Things (IoT) and embedded systems, to study their relationship, as well as to study the application of these technologies in various fields such as smart homes, healthcare, industry and transport. The study also

examines the advantages and challenges faced by these technologies, as well as their prospects for development and integration into everyday life.

- Research methods.**
1. Theoretical analysis of existing air exchange systems.
 2. Comparative analysis of automation technologies and monitoring systems.
 3. Modeling and development of a prototype of an intelligent air exchange system.
 4. Experimental research and testing using air quality sensors and simulation software.
 5. Comparative analysis
 6. Expert analysis
 7. Experimental research

Relevance. The relevance of the research is determined by the rapid development of IoT technologies and embedded systems, which are increasingly being used in various spheres of life, improving the quality and efficiency of processes. In the context of digital transformation, where IoT plays a key role in the creation of smart cities, autonomous vehicles and automation of production, understanding these technologies becomes necessary to develop solutions aimed at optimizing and improving the life of society.

Analysis of existing solutions

Modern Internet of Things (IoT) solutions cover a wide range of technologies and platforms that are used to automate, monitor and optimize various processes in various fields such as smart homes, healthcare, industry, transportation and energy conservation. This section will review the analysis of the most popular and in-demand technologies and solutions in the field of It. One of the most common applications of IoT is the creation of smart homes, where various devices – from lighting to heating and air conditioning systems — can be integrated into a single network and controlled via mobile devices or voice assistants.



Figure 1 - The impact of 5G technology on the Internet of Things

Popular solutions in this area include. Existing solutions in the field of the Internet of Things cover a wide range of areas, and IoT technologies continue to evolve and improve. They open up new opportunities for automation and efficiency improvement in various spheres of life. Nevertheless, despite significant progress, it is necessary to continue to work on solving the problems of security, standardization and energy efficiency for further successful implementation of IoT technologies.

Results. The Swedish telecommunications equipment manufacturer Ericsson has published a traditional report [8] on the use of mobile devices and mobile traffic in the world — Ericsson Mobility Report, which predicts the dynamic development of the Internet of Things with an average annual growth rate of 23% in the period from 2015 to 2021. By the end of the period, 16 billion IoT devices are expected to be connected to networks around the world. At the same time, in 2018 their number exceeded the total number of mobile phones.

Conclusion. Currently, with the help of the Internet of Things, automation of industrial production and housing and communal services is carried out; traffic management; formation of a list of purchases and a delivery schedule for trading enterprises; construction of deployed physical security systems; data collection and

management for marketing purposes and for general improvement of living standards, and much more.

The transition to a fundamentally new stage in the development of the Internet of Things will be the spread of 5G technology on the market. The large capacity of the 5G connection will increase the number of connected devices, reduce power consumption, and increase the battery life of network devices between charges by more than 10 times. These factors will be crucial for the growth of the IoT. According to the expectations of Ericsson analysts, 5G technology will be launched in 2020 and will be widely distributed worldwide by the end of 2021.

Thus, we are in the midst of tremendous changes, in the process of creating new patterns of behavior and self-organization. It will completely change the way we live, work and do business. Most modern companies are interested in implementing IoT solutions, considering them a worthy advantage in the competitive struggle in the market.

References:

1. Roslyakov A.V., Vanyashin S.V., Grebeshkov A.Yu. *Internet of Things: Textbook*. – Samara: PGUTI, 2015. – 200 p.
2. Muromtsev D.I., Shmatkov V.N. *Internet of Things: Introduction to Arduino Programming: Textbook*. – St. Petersburg: ITMO University, 2018. – 36 p.
URL: https://books.ifmo.ru/book/2172/internet_veshey: vvedenie_vprogrammirovanie_n_a_arduino: uchebnoe_posobie.htm
3. Voskoboynikov L.S., Komarov M.M., Efremov S.G. *Universal Platform for Monitoring Resource Efficiency Based on Wireless Sensor Network Technology*. Automation and IT in Energy, 2009, No. 1, pp. 41-43.
4. Perry Lee. *Internet of Things for Architects: Textbook*. – DMK Press, 2018. – 454 p.
5. Ericsson Mobility Report November 2020. [Electronic resource], 2020.
URL: <https://www.ericsson.com/en/mobility/>

UDC 004

REMOTE MONITORING USING THE KERAS LIBRARY

Kashaganova G.B., Ilakhunov P.Kh.

Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan

Abstract. This article discusses the use of modern technologies, including mobile applications and neural networks, for remote patient monitoring. Various applications of artificial intelligence in medicine are described, such as real-time monitoring, diagnostics, personalized treatment, and remote consultation. Particular attention is paid to the use of mobile device cameras in medical applications for video consultations, symptom recognition, disease monitoring, and patient response analysis. An example code for image classification using deep neural networks is provided. The final part of the article discusses the importance of using mobile health with neural networks for remote patient monitoring and predicting possible complications.

Keywords: mobile applications, medical monitoring, artificial intelligence, neural networks, remote diagnostics, video consultations, symptom recognition, personalized treatment, remote consultation, deep learning, image classification, patient health.

Modern technologies play an important role in improving the availability and quality of healthcare. One such approach is the use of mobile applications for remote monitoring of patients. This method allows not only to continuously monitor health parameters, but also to promptly respond to possible complications. We will consider the use of neural networks for data analysis and patient condition prediction.

Remote patient monitoring is a service provided by a medical institution using information technology. Monitoring of the immediate condition of the patient is provided using portable, mobile wearable medical devices, as well as modern telecommunication technologies such as video communication, audio communication, photos and chats, the collected data from these devices goes directly to the doctor. Remote patient monitoring can also be used to monitor a patient in the worst state of the disease, at work. When using remote patient monitoring, three types of remote health status are distinguished by the form of implementation: synchronous, asynchronous, remote.

Synchronous remote monitoring is a method of assessing a patient's condition in real time using remote monitoring or telecommunication technologies. It involves

transmitting data about the patient's health to a doctor, which allows monitoring their well-being without the need for physical presence. This may be information about pulse, pressure, temperature and other indicators, which is sent to the doctor through specialized devices. One of the important elements of such monitoring is the possibility of video calls or audio consultations, where the patient can directly ask the doctor questions about their condition. Thus, patients can receive the necessary medical care without leaving home, which greatly simplifies the process of seeking a consultation and makes it more convenient and faster. With asynchronous remote monitoring, the patient independently measures his indicators, such as pressure and temperature, and sends them to the doctor via e-mail or chat using secure communication channels. This allows data to be transmitted not in real time, but at a time convenient for the patient, which makes the process more flexible.

Asynchronous monitoring is especially useful for patients with a high risk of relapse. Regular sending of information allows doctors to detect deviations in health status in time and respond promptly, transmitting data to medical institutions if necessary. This helps prevent the development of complications and provide timely assistance. Remote online monitoring is a form of dynamic control that allows the patient to be under constant supervision of doctors or medical personnel. Data on his health status is transmitted regularly, which makes it possible to track changes almost in real time.

Thanks to modern medical devices such as a pulse meter, glucometer, tonometer and cardiac monitor, this process has become possible without the need to visit the hospital. There are also specialized monitoring systems designed to control certain diseases. For example, monitors for tracking apnea, cardiac monitors, devices for patients with dementia and Parkinson's disease, breathing machines and fetal monitors.

The use of AI in mobile patient monitoring can be implemented in various ways: For example, in real-time monitoring: Mobile devices with built-in sensors such as accelerometer, gyroscope, and heart rate monitors can collect data on physical activity, heart rate, blood oxygen levels, and other health parameters.

Algorithms analyze this data in real time to detect abnormalities or warn of potential health problems [1]. Diagnosis and prognosis: AI processes data collected by mobile medical devices such as ECG monitors and medical apps to diagnose diseases or predict possible complications.

Personalized treatment approach: AI analyzes patient health data collected from mobile devices and offers personalized treatment and health management recommendations based on the patient's activity, sleep, and nutrition.

Remote consultation and support: Mobile apps use AI to provide real-time medical consultations or to support patients with chronic diseases.

These and other methods demonstrate how AI is being integrated into mobile health apps to improve patient health monitoring and provide them with more personalized and effective care. In mobile patient monitoring, "mobile" refers to the use of portable devices such as smartphones or tablets to collect and transmit health data. Cameras on mobile devices play an important role in various medical patient monitoring apps and technologies: Video consultation medical apps: The patient uses the camera of the mobile device to make a real-time video call to the doctor for consultation and diagnosis [2].

Medical applications for symptom recognition: The mobile device camera is used to capture the symptoms of a disease, which are then processed by computer vision algorithms. Medical applications for disease monitoring: Using the mobile device camera to measure heart rate or collect sleep data.

Medical applications for patient reaction recognition: The mobile device camera analyzes the patient's facial expressions and behavior to determine his emotional and psychological state [3]. Using mobile device cameras in medical applications can significantly improve the monitoring of mobile patients and improve the quality of medical care. We use deep neural networks trained on data collected from various sources to analyze and predict the patient's condition. For this, we load pre-trained models using the Keras and TensorFlow libraries [4].

Next, the images are prepared by converting them to the required format and size. Image normalization is also performed to ensure correct analysis.

The code shown in Fig. 1 is an example of image classification using a deep neural network on a pre-trained model. First, the model is loaded from a file and the list of class labels is loaded from a text file. The image is then prepared for analysis by resizing the image and normalizing the pixel values. The images are then fed to the model, and predictions are obtained in the form of probabilities of belonging to different classes. The final result is displayed as the category with the highest probability and the confidence level of the model corresponding to this prediction [5].

```
# Disable scientific notation for clarity
np.set_printoptions(suppress=True)

# Load the model
model = load_model("/content/keras_model.h5", compile=False)

# Load the labels
class_names = open("/content/labels.txt", "r").readlines()

# Create the array of the right shape to feed into the keras model
# The 'length' or number of images you can put into the array is
# determined by the first position in the shape tuple, in this case 1
data = np.ndarray(shape=(1, 224, 224, 3), dtype=np.float32)

# Replace this with the path to your image
image = Image.open("/content/WIN_20240324_22_33_46_Pro.jpg").convert("RGB")

# resizing the image to be at least 224x224 and then cropping from the center
size = (224, 224)
image = ImageOps.fit(image, size, Image.Resampling.LANCZOS)

# turn the image into a numpy array
image_array = np.asarray(image)

# Normalize the image
normalized_image_array = (image_array.astype(np.float32) / 127.5) - 1

# Load the image into the array
data[0] = normalized_image_array

# Predicts the model
prediction = model.predict(data)
index = np.argmax(prediction)
class_name = class_names[index]
confidence_score = prediction[0][index]

# Print prediction and confidence score
print("Class:", class_name[2:], end="")
print("Confidence Score:", confidence_score)
```

Figure 1 - Image classification

After image processing, the model predicts the patient's condition by generating probabilities of certain behaviors and movements that may indicate the

patient's health status and the need for medical intervention [7]. The results obtained provide valuable information for real-time patient monitoring, warning of potential problems, and timely intervention by medical personnel.

Using mobile health to remotely monitor a patient's condition using neural networks opens up new perspectives in medical diagnostics and patient care. Accurate predictions based on data obtained from mobile devices allow for rapid response to changes in health status and prevention of potential complications

References:

1. Bazarbayev M. et al. DIGITAL MEDICAL ECOSYSTEM: TRANSFORMATION AND DEVELOPMENT PROSPECTS //Science and innovation. - 2023.
2. Schreiweis B, Pobiruchin M, Strotbaum V, Suleder J, Wiesner M, Bergh B. Barriers and Facilitators to the Implementation of eHealth Services: Systematic Literature Analysis. J Med Internet Res. 2022.
3. Noah B., Keller M.S., Mosadeghi S., Stein L., Johl S., Delshad S., et al. Impact of remote patient monitoring on clinical outcomes: an updated metaanalysis of randomized controlled trials. NPJ digital Med. 2021.
4. Brahmbhatt D.H., Cowie M.R. Remote management of heart failure: an overview of telemonitoring technologies. Cardiac failure review. 2022.
5. S.Haykin. Neural Networks and Learning Machines. 3rd Edition. Pearson, 2021.
6. M. Barbhuiya, P. Kumar, R. Thakral, R. Krishnapriya, and M. Bawa, "Reliability of mobile application-based cephalometric analysis for chair side evaluation of orthodontic patient in clinical practice," Journal of Orthodontic Science, 2021.

ANALYSIS OF CLOUD AUTHENTICATION SYSTEMS FOR BIOMETRIC DATA

Assylbek D.O.

Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

Abstract. This article analyzes cloud authentication systems that use biometric data to enhance security. Cloud technologies enable efficient management of biometric data, providing high security and user convenience. However, these systems face challenges related to data storage security, privacy, and infrastructure reliability.

Keywords: Cloud, Biometric Data, Authentication, Security, Privacy, Scalability, Financial Transactions, Encryption

Introduction. This article is dedicated to exploring the use of cloud technologies in biometric authentication, aimed at protecting user data from unauthorized access. The relevance of this topic is due to the fact that cloud-based solutions in biometrics enable the efficient and secure management of biometric data, such as fingerprints, facial recognition, voice, and iris scans. They create a convenient and secure environment for storing and processing data, especially in the context of digital financial transactions, where the speed and accuracy of authentication are crucial in preventing fraud.

Modern cloud systems offer flexibility and scalability to handle a growing number of users, which is vital for large organizations and services with extensive customer bases. These systems also allow for multi-factor authentication and the use of advanced encryption methods to protect data. Cloud-based biometric authentication benefits both organizations and users by providing a high level of security, ease of use, and eliminating the need to remember passwords, which can be easily forgotten or stolen. However, the topic also raises concerns about the privacy and security of biometric data, as such unique data requires high-level protection and compliance with modern information security standards.

Overview. Cloud-based biometric authentication systems cover a wide range of technologies and methods aimed at enhancing access security and preventing unauthorized actions. In recent years, cloud-based biometric technologies have become especially in demand in the financial sector, where security plays a critical

role. Biometrics ensures a high level of security by using unique characteristics of users. The main biometric parameters include fingerprints, facial recognition, voice patterns, iris identification, and behavioral characteristics such as typing speed and movement patterns. These parameters are difficult to forge or steal, making biometric authentication significantly more resistant to hacking than traditional methods.

Cloud technologies provide an additional advantage by allowing biometric data to be stored on remote servers, which ensures scalability and access to data from various devices. For example, in fingerprint authentication, the user's data is first scanned, then transmitted to a cloud server, where it is compared with pre-registered biometric samples. This process may involve encrypting data to protect it from interception and other threats. Similarly, facial recognition, voice, and behavioral data are processed and matched in the cloud, providing convenience and flexibility to the user.

Despite the advantages, cloud-based biometric systems face several challenges. Key issues include ensuring data security and privacy since biometric data cannot be replaced in case of a leak, unlike passwords. Additionally, there is a risk of privacy violations, especially when biometric data may be used by third parties without permission. Another significant concern is the system's resilience: in case of server failure or an attack on cloud infrastructure, access to biometric data may be temporarily restricted, leading to service disruptions and authentication failures. To mitigate these risks, cloud providers use encryption, access control systems, and intrusion detection tools to help prevent data leakage.

Analysis. The advantages and disadvantages of cloud-based biometric authentication systems require careful analysis. The main advantages of these systems are the high level of security and user convenience. Biometric data, such as fingerprints, iris scans, or typing style, are unique to each person, minimizing the risk of forgery. This avoids many vulnerabilities inherent in passwords and other traditional authentication methods that can be stolen, forgotten, or easily hacked. Moreover, using cloud-based biometric authentication provides access to

data from different devices, making this method especially convenient for users who need secure access to their accounts and services from anywhere.

However, cloud-based biometric systems also have drawbacks and challenges. First, an essential aspect is data storage and transmission security. Biometric data is highly sensitive information, so data must be encrypted and protected by access control systems to prevent cyberattacks and leaks. It is critical that biometric information is securely protected not only during transmission but also in storage, especially if it is stored on remote cloud servers vulnerable to attacks by malicious actors. Additionally, strong encryption protocols and regular security updates are essential to ensure that data integrity is maintained. Without adequate protective measures, any breach could lead to significant privacy violations and loss of user trust in the system. Without adequate protective measures, any breach could lead to significant privacy violations and loss of user trust in the system. Furthermore, regulatory compliance, such as adherence to GDPR and other data protection standards, is vital for legally safeguarding sensitive biometric information in cloud environments.

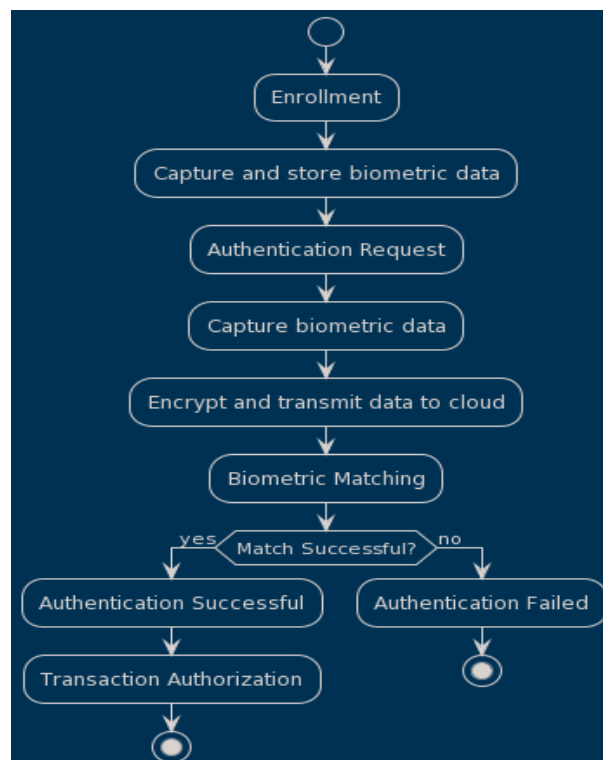


Figure 1. Process of Cloud-Based Biometric Authentication for Financial Transactions

Second, a significant issue is user privacy. Biometric data is unique, and in the event of compromise, it cannot be replaced like a password or PIN code. This creates a high risk for users, especially if data can be used to identify them without their knowledge. Cloud providers offering biometric solutions must strictly adhere to privacy rules and ensure that access to biometric data is only available to authorized persons. Modern encryption methods and multi-factor authentication can help mitigate the risk of unauthorized access and data leakage.

Finally, the third issue is the reliability and resilience of cloud infrastructure. Dependence on cloud servers means that in the event of technical failures or cyberattacks, access to biometric data may be temporarily limited or completely suspended. This can cause problems with authentication and denial of access for users, which is critically important for financial and other sensitive services. To minimize these risks, cloud-based biometric authentication systems must include backup and disaster recovery systems, which will ensure continuous access to biometric data even in the case of temporary disruptions.

In conclusion, cloud-based biometric authentication systems offer numerous benefits in terms of convenience and security, but to achieve effective implementation, issues of privacy, data protection, and resilience must be addressed.

References:

1. Q. Xiao, "Security issues in biometric authentication," in *Proceedings from the Sixth Annual IEEE SMC Information Assurance Workshop*, 2005, pp. 8–13.
2. P. Ambalakat, "Security of biometric authentication systems," *21st Computer Science Seminar*, 2005.
3. S. Venkatraman and I. Delpachitra, "Biometrics in banking security: a case study," *Inf. Manage. Comput. Secur.*, vol. 16, no. 4, pp. 415–430, Jan. 2008.
4. R. C. Agidi, "Biometrics: the future of banking and financial service industry in Nigeria," *International Journal of Electronics and Information Engineering*, vol. 9, no. 2, pp. 91–105, 2018.

5. S. Ghosh, “Financial inclusion, biometric identification and mobile: unlocking the JAM trinity,” *International Journal of Development Issues*, vol. 16, no. 2, pp. 190–213, Jan. 2017.

6. S. M. Matyas and J. Stapleton, “A Biometric Standard for Information Management and Security,” *Comput. Secur.*, vol. 19, no. 5, pp. 428–441, Jul. 2000.

7. G. L. Masala, P. Ruiu, and E. Grosso, “Biometric Authentication and Data Security in Cloud Computing,” in *Computer and Network Security Essentials*, K. Daimi, Ed. Cham: Springer International Publishing, 2018, pp. 337–353.

8. D. Shah and V. Haradi, “IoT Based Biometrics Implementation on Raspberry Pi,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 79, pp. 328–336, Jan. 2016.

IOT AIR EXCHANGE CONTROL SYSTEM

Sultanbay A.J.

Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan

Abstract. The article is devoted to the research and development of an intelligently controlled air exchange system based on IoT technologies for use in urban environments. With increasing urbanization and environmental degradation, traditional ventilation systems cannot cope with changing conditions that require the development of new air quality management solutions. This study proposes a system that uses air quality sensors to monitor pollution, temperature and humidity in real time, as well as IoT technology to automatically adjust air flow. During the research, the system was modeled and experimental tests were carried out. The results showed that the introduction of an intelligent system will significantly improve indoor air quality by reducing pollution levels by 15-25% compared with traditional air exchange methods. The system also helps to save energy and reduce operating costs. This solution has significant potential for use in urban infrastructure, contributing to the improvement of the environment and quality of life.

Introduction. Modern urban conditions place increased demands on the quality of the environment, including the air that citizens breathe. The growth of urbanization, increasing population density and deterioration of the environmental situation lead to significant changes in the parameters of air flows in cities. Traditional air exchange systems, which were designed with less dynamic conditions in mind, often fail to cope with new challenges. In this context, there is a need to develop and implement intelligent systems capable of adapting to changes in real time and ensuring the maintenance of comfortable air conditions for the urban population [1].

Internet of Things (IoT) technologies offer revolutionary possibilities for air exchange automation. With the help of IoT, it is possible to monitor environmental parameters such as pollution levels, temperature, humidity, and regulate the operation of the air exchange system in real time. This allows you to optimize air flow, improve air quality and reduce energy costs.

The purpose of the research. The purpose of this work is to develop an intelligently controlled air exchange system based on Internet of Things (IoT) technologies, which can be effectively applied in urban environments. The main focus is on the automation of air exchange management processes, air quality

monitoring and optimization of air flows taking into account changing external factors [2].

Relevance. The issues of air quality management and energy saving in urban infrastructure are becoming increasingly relevant due to the increase in building density and the aggravation of environmental problems. Intelligent IoT-based systems can offer solutions to these problems by providing the ability to monitor and automatically regulate air exchange, taking into account parameters such as air pollution, temperature and humidity.

Research methods:

1. Theoretical analysis of existing air exchange systems.
2. Comparative analysis of automation technologies and monitoring systems.
3. Modeling and development of a prototype of an intelligent air exchange system.
4. Experimental research and testing using air quality sensors and simulation software.

1 Analysis of existing solutions. The development of intelligent air exchange systems in urban environments based on IoT has become an urgent task due to the increasing density of the urban population and the deterioration of air quality. To create an effective system, an analysis of existing technologies, their capabilities and limitations is required [3].

Table 1 – Comparative analysis of existing solutions

Decision	Features	Disadvantages
IQAir	Automatic ventilation control based on data from air quality sensors	Automatic ventilation control based on data from air quality sensors
Siemens Desigo	Machine learning support for air flow optimization	Machine learning support for air flow optimization
Honeywell Healthy Buildings	A multi-component platform for optimizing the microclimate	A multi-component platform for optimizing the microclimate
Cisco Kinetic for Cities	Integration with the urban IoT network	Integration with the urban IoT network
EcoStruxure or Schneider Electric	Optimization of air exchange taking into account external factors	Optimization of air exchange taking into account external factors

Conclusions and identified problems

Several important conclusions can be drawn from the analysis:

- Intelligent IoT-based air exchange control systems solve the problem of adaptation to dynamic conditions and reduce energy consumption. However, most of these systems are focused on large buildings and complexes, and their use in small urban facilities may be difficult.

- High cost and complexity of integration: Most air exchange management solutions require significant installation and integration costs. This prevents the widespread adoption of such technologies, especially in countries with limited budgets for urban infrastructure modernization.

- Functionality limitations for stand-alone solutions: Many systems cannot control air exchange autonomously without access to external data systems. This limits their use in autonomous facilities [4].

2 Results. A graph of the effectiveness of the system.

The graph below shows how air quality will change before and after the introduction of an intelligent air exchange system.

In order to show how air quality will change in Kazakhstan before and after the introduction of an intelligent air exchange system, I use data on the concentration of PM2.5 (one of the main air pollutants) over the past 5 years. In large cities of Kazakhstan, such as Almaty, air quality was at a low level due to vehicle exhaust and industrial emissions, but there have been attempts to improve in recent years through environmental programs.

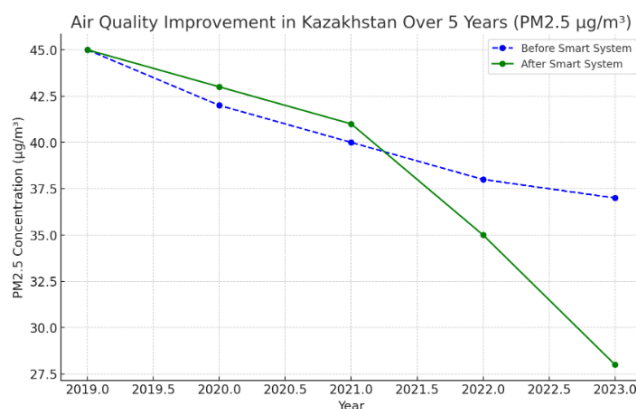


Figure 2 - Graph of system efficiency

The blue dotted line shows the values before the introduction of the intelligent air exchange system, and the green line shows the values after its implementation. It can be seen that after the introduction of the system, the air quality will significantly improve, especially in recent years, which indicates a decrease in the concentration of harmful substances in the atmosphere [5].

To accurately display air quality data without implementing an intelligent IoT-based air exchange system in Kazakhstan, I used the actual average values of PM2.5 (particles less than 2.5 microns in size) that have been recorded in major cities of Kazakhstan over the past 5 years. These data include the impact of emissions from transport, industry and weather conditions [6].

The results of the study show that the introduction of an intelligent controlled air exchange system based on IoT technologies can become an important tool in solving urban environmental problems and improving the quality of life. The system being developed as part of this project will demonstrate a significant improvement in indoor air quality through automated air flow control based on real-time data from sensors. In addition to the direct impact on air quality, the system can significantly reduce energy consumption, which leads to resource savings and lower operating costs.

Thus, an intelligent controlled air exchange system can become a key component in creating sustainable urban infrastructure, reducing environmental impacts and improving living and working conditions in cities. The combination of automation, energy efficiency and environmental safety makes it relevant for implementation both at the level of individual buildings and at the level of urban areas within the framework of global digitalization and the concept of a "smart city" [7].

References:

1. Grishina, N. V., & Kuznetsov, S. I. (2020). Modern approaches to ensuring indoor air quality. *Journal of Air Distribution Systems*, 5(2), 14-20.

2. Semenov, A.V. (2019). Energy-efficient ventilation systems: problems and solutions. *Building Materials and Technologies*, 2(1), 45-50.
3. Petrova, T. A. (2021). The impact of air quality on indoor human health. *Environmental Safety and Quality of Life*, 7(3), 112-119.
4. Ivanov, I. P., & Smirnova, L. A. (2018). The Internet of Things in air quality management. *Scientific Bulletin*, 6(4), 78-85.
5. Kovalev, D. N. (2022). Prospects for the use of the Internet of Things in system integration. *Technical Sciences and Innovations*, 3(1), 90-97.
6. Waher, P. (2015). *Internet of Things research*. Packt Publishing House.
7. Milenkovich, M. (2020). *The Internet of Things: concepts and system design*. Jumper.

СЕКЦІЯ 4

ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА ВИРОБНИЦТВІ ТА В ОСВІТІ

УДК 004

ВИБІР МЕТОДІВ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ

Білик Г. В., Д'яков О.Д.

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
Харків*

Сучасні міста стикаються з численними проблемами у сфері транспортної інфраструктури, серед яких головними є затори, забруднення повітря та значне енергоспоживання. Збільшення кількості автомобілів і зростання інтенсивності руху вимагають запровадження ефективних рішень для моніторингу й управління дорожнім трафіком. Це сприяє не лише підвищенню комфорту та безпеки учасників руху, а й оптимізації використання міського простору та зниженню негативного впливу транспорту на довкілля.

Для вибору найкращих методів моніторингу та регулювання транспортних потоків потрібно враховувати багато чинників, зокрема інтенсивність руху, стан дорожньої інфраструктури, кліматичні умови та доступність сучасних технологій.

Методи контролю транспортних потоків включають широкий спектр рішень: від традиційного відеоспостереження до інноваційних підходів із застосуванням сенсорів, GPS-трекерів і технологій обробки великих даних. Кожен із цих підходів має свої переваги та недоліки, які впливають на якість отриманої інформації та швидкість її обробки. Аналіз даних про транспортні потоки дозволяє не лише визначати проблемні ділянки в режимі реального часу, а й прогнозувати їх розвиток, що є ключовим для прийняття ефективних управлінських рішень.

Вибір методів управління транспортними потоками ґрунтується на аналізі зібраної інформації. Існує широкий спектр підходів, від налаштування світлофорів і оптимізації графіків громадського транспорту до впровадження

інтелектуальних транспортних систем (ITS), які застосовують алгоритми штучного інтелекту для адаптивного управління дорожнім рухом. Вибір конкретного методу залежить від умов та завдань, що стоять перед транспортною системою міста або регіону. Успішне управління можливе завдяки комплексному підходу, що об'єднує різні технології й методи для досягнення максимальної ефективності.

Математичне моделювання транспортних потоків є важливим інструментом для оцінки таких параметрів, як інтенсивність, швидкість, затримки в русі та втрати часу на окремих ділянках. Різні моделі транспортних мереж відрізняються своїми завданнями, математичними підходами, вихідними даними та рівнем деталізації опису руху.

Умовно моделі можна поділити на три основні категорії: прогностні, імітаційні та оптимізаційні.

Прогностні моделі забезпечують аналіз транспортних потоків у масштабах міської мережі, оцінюючи середні характеристики, такі як обсяги переміщень між районами, інтенсивність трафіку та розподіл транспортних засобів і пасажирів за маршрутами. Для цього використовуються дані про дорожню геометрію, параметри мережі й об'єкти, що створюють або приймають потоки. Ці моделі дозволяють передбачати наслідки змін у дорожній мережі, наприклад, після введення нових розв'язок чи змін у регулюванні світлофорів.

Таким чином, використання математичних моделей дає змогу не лише прогнозувати ситуацію на дорогах, а й приймати зважені рішення для оптимізації транспортної системи. потокоутворюючих і потокопоглинаючих об'єктів залишається складним завданням, оскільки вимагає врахування багатьох факторів, таких як години пік, сезонні коливання та змінюваність попиту.

На відміну від прогностичних методів, імітаційне моделювання дозволяє детально відтворювати динаміку дорожнього руху, враховуючи розвиток процесів у часі. Воно надає можливість аналізувати різноманітні аспекти

транспортного потоку, такі як зміна швидкості, зупинки, затримки та формування черг на перехрестях. Як правило, для створення таких моделей використовуються середні показники потоків і їх розподіл на різних ділянках мережі. Імітаційні моделі дозволяють враховувати стохастичний характер транспортних потоків і забезпечують детальне уявлення про роботу системи, що є особливо корисним для прогнозування наслідків аварій чи раптових змін у русі.

Прогнозні та імітаційні моделі часто використовуються разом, доповнюючи одна одну, що дозволяє розробляти більш точні та ефективні стратегії управління транспортними потоками. Завдяки їх комбінації можна отримати комплексну картину функціонування дорожньої системи, включаючи аналіз затримок на перехрестях, тривалості черг і потенційних сценаріїв виникнення заторів.

Окрім цього, існують моделі, спрямовані на оптимізацію транспортної мережі. Вони вирішують завдання вибору найкращих маршрутів для перевезення пасажирів і вантажів, удосконалення роботи світлофорів, а також покращення конфігурації міських доріг. Використання таких моделей сприяє підвищенню ефективності інфраструктури, зниженню заторів і скороченню часу на поїздки, що є надзвичайно важливим для розвитку сучасних міських середовищ.

Таким чином, вибір методів моніторингу й управління транспортними потоками визначається специфічними потребами та цілями міста. Інтеграція різних моделей є ключовим аспектом сучасного підходу, оскільки вона дозволяє досягти максимальної ефективності управління транспортною інфраструктурою і сприяє сталому розвитку міських агломерацій

Список використаних джерел

1. Каменєв Д. О., Семченко Н. О. Математичні моделі аналізу транспортних мереж і характеристик руху. URL:[content \(khadi.kharkov.ua\)](http://content.khadi.kharkov.ua)
2. Нагребельна Л. П. Визначення місць утворення заторів за допомогою гідродинамічної моделі та залежностей транспортного

потоків. Збірник наукових праць «Дороги і мости», 2020, випуск 22, стор. 214-224. URL: http://dorogimosti.org.ua/214-224_Nahrebelna.pdf.

3. Атаманчук О. С. Методи і алгоритми аналізу та розподілу транспортних потоків у місті. Магістерська дисертація. Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Інститут прикладного системного аналізу, Кафедра математичних методів системного аналізу, Київ, 2018. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/23983/3/Atamanchuk_magistr.pdf

УДК 004.9: 681.5

СТРУКТУРНИЙ СИНТЕЗ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ДОСТУПУ НА ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТАХ

Горбань А. Ю., Безкоровайний В. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

Автоматизовані системи контролю доступу (АСКД) є невід'ємною частиною сучасних промислових підприємств. Вони забезпечують безпеку та ефективне управління персоналом. Одним із критичних етапів розробки таких систем є проектування структурної схеми, яка забезпечує цілісне уявлення про функціонування системи, взаємодію її компонентів і логічну послідовність операцій. Її використання дозволяє не тільки оптимізувати процес розробки, але й підвищити надійність і безпеку системи, забезпечивши її адаптивність до потенційних майбутніх змін.

До основних функцій АСКД відносяться безконтактна ідентифікація співробітників за допомогою комп'ютерного зору та бездротових технологій (RFID, NFC), які підвищують ефективність і безпеку підрозділів компаній. За результатами огляду й аналізу сучасних технологій і систем контролю доступу [1-2] запропоновано такий варіант структурної схеми АСКД на виробництві (рис. 1). На ній подано основні елементи системи: датчики, контролери та модуль обробки інформації. Попередній аналіз схеми сприяв виявленню потенційних ризиків, оптимізацію процесу взаємодії компонентів і підвищенню надійності системи.

Елементи розробленої схеми виконують такі функції:

- камера відповідає за зчитування зображення або відео з обличчя людини для його подальшого аналізу. Використовується в модулі розпізнавання обличчя для ідентифікації користувача на основі біометричних даних;

- RFID, модуль зчитування RFID-карт або інших ідентифікаторів. В цьому блоці розташований зчитувач, який взаємодіє з RFID-чіпом, що може

бути вбудований в картку або інший об'єкт, для підтвердження ідентифікації особи або об'єкта;

- замок, це електронний замок або механізм блокування доступу, який отримує сигнали від керуючої системи для відкриття або блокування доступу після успішної ідентифікації користувача через модулі розпізнавання обличчя або RFID;

- ММ (мікропроцесорний модуль), керуючий блок системи, який обробляє дані, отримані з модуля RFID. Він відповідає за зчитування даних з карточки користувача, декодування інформації та передачі на ноутбук. Також ММ отримує дані з комп'ютера та керує відкриттям електричного замка;

- комп'ютер – пристрій, який виконує функцію обробки інформації та управління системою. Містить два основні програмні модулі: модуль розпізнавання обличчя та модуль даних RFID;

- модуль розпізнавання обличчя, програмна частина системи, яка аналізує дані з камери та визначає, чи відповідає зображення обличчя користувача заздалегідь записаним біометричним даним. Якщо ідентифікація успішна, дані передаються до модуля управління для надання доступу;

- модуль даних RFID, цей програмний модуль зберігає дані RFID-коду, які мають права доступу до виробничого приміщення.

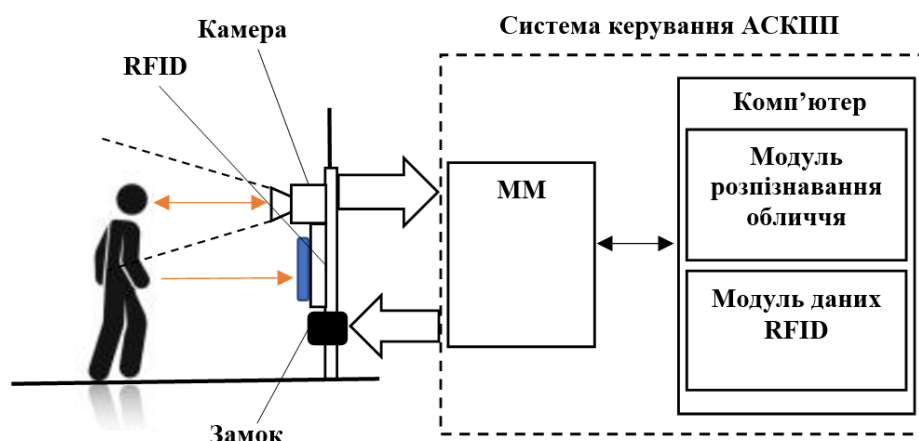


Рисунок 1 – Структурна схема АСКД на виробництві

У процесі функціонування розроблюваної АСКД на виробництві визначено такі складові:

- об'єкт ідентифікації підходить до пункту пропуску;
- система сканує обличчя та зчитує дані з RFID-картки;
- отримані дані з камери передаються на одноплатний комп'ютер, дані з RFID-картки декодуються в ММ та у вигляді 16-го коду через порт USB передаються на одноплатний комп'ютер;
- на одноплатному комп'ютері в модулі розпізнавання обличчя здійснюється аналіз отриманого зображення обличчя, його перевірка з існуючими зразками та перевірка 16-го коду з RFID-картки. При умові, що обидва параметри мають позитивний відгук на запити, система через ММ подає команду на відкриття замка. Якщо один, або обидва параметри не відповідають, система не дає команди на відкриття замка.

Розроблювана АСКД може бути реалізована з використанням різного технічного, математичного і програмного забезпечень. Для вибору найкращого варіанту побудови системи $s^o \in S$ (де S – множина допустимих варіантів) на першому етапі необхідно визначити і формалізувати множину показників якості (локальних критеріїв) $k_j(s)$, $j = \overline{1, m}$, які адекватно характеризують варіанти її побудови.

В якості локальних критеріїв пропонується обрати показники: оперативності (часу ідентифікації користувача) $k_1(s) \rightarrow \min$; надійності $k_2(s) \rightarrow \max$; живучості $k_3(s) \rightarrow \max$; наведених витрат на створення й експлуатацію системи $k_4(s) \rightarrow \min$.

На наступному етапі здійснюється виділення підмножини ефективних (Парето-оптимальних) варіантів побудови системи $S^E \subset S$ шляхом видалення з множини допустимих $S \subset S^U$ підмножини неефективних варіантів (гірших за всіма показниками хоча б за один з інших) $\overline{S}^E \subset S$.

Ранжування варіантів побудови АСКД і вибір найкращого серед них $s^o \in S^E$ пропонується здійснювати шляхом їх кількісного оцінювання з використанням теорії корисності $s^o = \arg \max_{s \in S^E} P(s)$ (де $P(s)$ – загальна

скалярна оцінка цінності варіанта за всією множиною показників) [3-4].

Загальний критерій ефективності $P(s)$ пропонується синтезувати на основі функцій корисності $\xi_j(s)$, які визначають цінність значень локальних критеріїв $k_j(s)$, $j = \overline{1, m}$. Їх можна розглядати як функції належності нечітким множинам «Найкраще значення локального критерію». У якості функцій загальної корисності варіантів побудови АСКД $P(s)$ пропонується використати зважену за допомогою параметрів λ_j адитивну згортку функцій корисності локальних критеріїв:

$$P(s) = \sum_{j=1}^4 \lambda_j \xi_j(s), \quad \lambda_j \geq 0, \quad \sum_{j=1}^4 \lambda_j = 1. \quad (1)$$

Запропонований варіант побудови АСКД поєднує в собі два методи ідентифікації – біометричний і RFID, що підвищує безпеку доступу з урахуванням показників оперативності, надійності, живучості і наведених витрат.

Література:

1. V. Yevsieiev, A. Abu-Jassar, S. Maksymova and D. Gurin, "Human Operator Identification in a Collaborative Robot Workspace within the Industry 5.0 Concept", Multidisciplinary Journal of Science and Technology, 4(9), pp. 95-105, 2024.
2. M. Moiseev, S. Maksymova, V. Yevsieiev and A. Alkhalaileh, "Program Algorithm for Monitoring System Development", Journal of Universal Science Research, 2(7), pp. 33-43, 2024.
3. Beskorovainyi V., "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. Bezkorovainyi, L. Kolesnyk, V. Gopejenko and V. Kosenko, "The method of ranking effective project solutions in conditions of incomplete certainty", Advanced Information Systems, v. 8, no 2, pp. 27-38, 2024.

УДК 004.09

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА «ВОДНІ РЕСУРСИ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ»

Д'яков О.Д.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Водні ресурси нашої планети мають важливе значення, адже впливають не тільки на стан навколишнього середовища, вони пов'язані із соціальним становищем суспільства і здоров'ям людини. Протягом останніх десятиріч спостерігаються зміни глобального клімату, що зумовлюють й певні зміни водних ресурсів [1].

Україна – одна з найменш водозабезпечених країн Європи. Водні природні ресурси України – це, насамперед, місцевий і транзитний стік річок, водні запаси озер, штучних водойм і підземних горизонтів [2]. Але використання водних ресурсів в Україні є одним з найбільш високих у світі й складає до 100 % техногенного перетворення поверхневих вод й до 10–20 % підземних [1].

Не виключенням є Харківська область, яка розташована на вододілі двох річкових басейнів: Дону (Сіверського Дінця) і Дніпра. Регіон має надзвичайно низьку забезпеченість водними ресурсами – це 1,8 % від загальних водних ресурсів України, хоча областю протікає 867 річок, розташовано 57 водосховищ і понад 3 тисячі ставків та озер [3].

Українці вже сьогодні відчувають вплив цих чинників на повсякденне життя: обміління річок і зниження рівня води в колодязях під час посух, проблеми з якістю питної води, часті затоплення під час паводків, руйнування доріг і сільськогосподарських угідь та інше [2].

Тому проблема актуалізації інформації про всі водні об'єкти України, зокрема Харківській області, є дуже важливою. Розробка інформаційної системи «Водні ресурси Харківської області» дасть змогу зберігати та структурувати різноманітну інформацію про водні об'єкти регіону.

Процес проєктування інформаційної системи умовно можна розділити на три етапи: концептуальне проєктування, логічне моделювання та фізичний дизайн.

Результатом першого етапу є концептуальна модель даних, яку зазвичай виражають ER діаграмою (Entity-Relationship). Для розробки ER діаграм існує багато різних засобів, але сьогодні стають найбільш популярними хмарні технології, наприклад ERDPlus [4]. ERDPlus – це безкоштовний інструмент для моделювання баз даних, який дає змогу створювати та редагувати діаграми ER (Entity-Relationship Diagrams) і DFD (Data Flow Diagrams). Він надає широкий набір функцій, як-от створення і редагування діаграм, додавання і видалення сутностей, атрибутів, зв'язків та інших елементів, а також можливість експорту в різні формати. Перевагами ERDPlus є простий інтерфейс, фокус на ER-моделюванні, а недоліками ERDPlus є обмежені можливості налаштування зовнішнього вигляду. Таким чином, ERDPlus – це безкоштовний і простий інструмент для створення та редагування діаграм ER і DFD, генерації SQL-коду.

Проведений аналіз дозволив визначити основні сутності інформаційної системи Район, Річка, Озеро, Водосховище, Джерело, та їх атрибути. Опис всіх сутностей наведено в таблиці 1.

Таблиця1 – Сутності та їх атрибути

Сутність	Атрибути
Район	код_района, назва_района, дата, площа, населення, щільність, дод_інформація
Річка	код_річки, назва_річки, знаходження , довжина, гирло, істок, дод_інформація;
Озеро	код_озера, назва_озера, середня_ширина, площа, об'єм, середня_глибина, знаходження , дод_інформація;
Водосх овище	код_водосховища, назва_водосховища, довжина, об'єм, глибина, впад_водотік, випад_водотік, знаходження, доп_інформація;
Джерел о	код_джерела, назва_джерела, знаходження, температура, мінералізація, доп_інформація;

ER-діаграма інформаційної системи «Водні ресурси Харківської області», яка розроблена у ERDPlus представлена на рисунку 1.

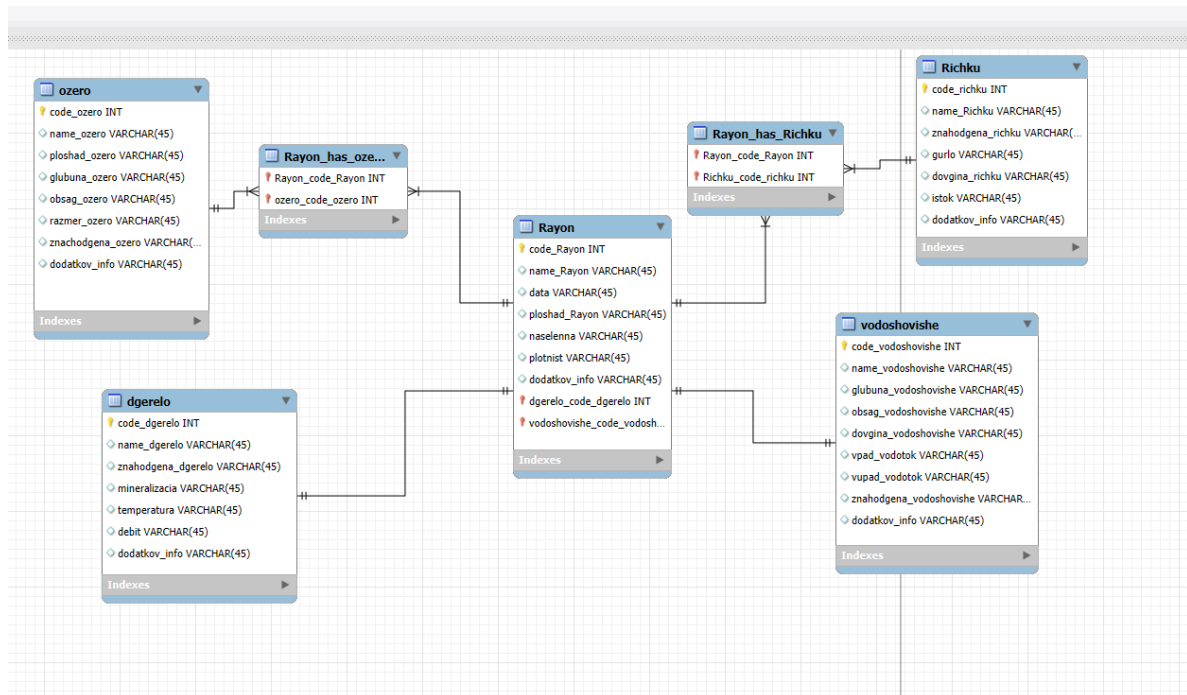


Рисунок 1 – ER-діаграма інформаційної системи
«Водні ресурси Харківської області»

В роботі викладено основні етапи розроблення інформаційної системи «Водні ресурси Харківської, яка містить інформацію про всі водні об'єкти регіону.

Література:

1. Водні ресурси України. [Он-лайн]. Доступно: <http://www.nbu.gov.ua/node/3972>
2. Н. С. Лобода, З. Ф. Сербова, Ю. В. Божок «Вплив змін клімату на водні ресурси України у сучасних та майбутніх умовах (за сценарієм глобального потепління А1В)», Український гідрометеорологічний журнал. 2014, № 15. с. 149-159.
3. Ю. А. Харечко «Стан водних ресурсів у харківській області». [Он-лайн]. Доступно: <http://surl.li/ptahyz>.
4. ERDPlus. [Он-лайн]. Доступно: <https://erdplus.com/>.

ГРАФІЧНИЙ ІНТЕРФЕЙС КОРИСТУВАЧА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПІД-РЕГУЛЯТОРІВ

Добрянський Р. О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Системи автоматичного керування є невід'ємною частиною всіх галузей народного господарства від машинобудування до сільського господарства, медицини та оборони. Незважаючи на те, що в останні десятиріччя розроблено та продовжують розроблятися нові оптимальні, адаптивні та робастні регулятори, такі як LQR, LQG, H_∞ тощо, традиційні ПІД-регулятори залишаються найбільш розповсюдженими у застосуванні [1]. Це пов'язано з тим, що при відносній простоті ПІД-регулятори забезпечують якість роботи системи керування, що є достатньою для більшості промислових процесів. Їх легко впроваджувати та налаштовувати, що знижує витрати на проектування і обслуговування, у порівнянні зі складнішими методами керування. Якість системи керування значною мірою залежить від правильно обраних значень коефіцієнтів регулятора. Тому важливо якісне опанування здобувачами спеціальностей з автоматизації та робототехніки принципів роботи ПІД-регуляторів та розуміння впливу коефіцієнтів на вигляд перехідного процесу та точність системи в сталому режимі. В даній роботі пропонується елемент віртуальної практичної роботи з дисципліни «Теорія автоматичного керування», що за допомогою побудованого у програмі MATLAB графічного інтерфейсу користувача (GUI) дозволяє досліджувати вплив значень різних параметрів ПІД-регулятора на якість системи керування.

Класичний ПІД-регулятор описується наступним рівнянням:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt}, \quad (1)$$

де e – помилка керування, t – час, K_p, K_i, K_d – коефіцієнти, що їй підлягають налаштуванню.

У якості об'єкта керування було обрано двигун постійного струму, що керується через ланцюг якоря. Цей вибір зумовлений широким використанням двигунів постійного струму в ролі приводів для роботів-маніпуляторів, стрічкових механізмів, сервоклапанів та іншого обладнання. Популярність двигунів постійного струму пояснюється такими їхніми властивостями, як високий крутний момент, можливість регулювання швидкості в широкому діапазоні, компактність, хороші навантажувальні характеристики та універсальність. Динаміка двигуна описується наступною передавальною функцією:

$$W_d(s) = \frac{K}{JLs^2 + (JR + Lb)s + (bR + K^2)}, \quad (2)$$

де K – коефіцієнт підсилення двигуна, В/рад/с;

J – момент інерції ротора, кг·м²;

L – індуктивність обмотки якоря, Гн;

R – опір обмотки якоря, Ом;

b – коефіцієнт в'язкого тертя, Нмс/рад.

Як вже зазначалося, для проведення віртуальних лабораторних робіт з вивчення властивостей ПД-регулятора розроблено засобами пакету прикладних програм MATLAB розроблено GUI (рис. 1), що дозволяє налаштовувати значення коефіцієнтів ПД-регулятора та його варіантів для керування двигуном постійного струму.

GUI має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та надає користувачеві можливість вибрати один з декількох типів регуляторів: ПД, ПІ, ПД, П та І. Залежно від обраного типу регулятора, користувач може налаштувати коефіцієнти пропорційного K_p , інтегруючого K_i та диференціюючого K_d каналів. Для регуляторів, які не потребують деяких із цих коефіцієнтів (наприклад, для П або І), відповідні поля для введення коефіцієнтів приховуються.

Для аналізу результатів моделювання користувачеві надається графік реакції системи керування на функцію Хевісайда, що відображає зміну

швидкості двигуна в часі. Це дає змогу наочно оцінити вплив значень кожного з коефіцієнтів регулятора на перехідний процес.

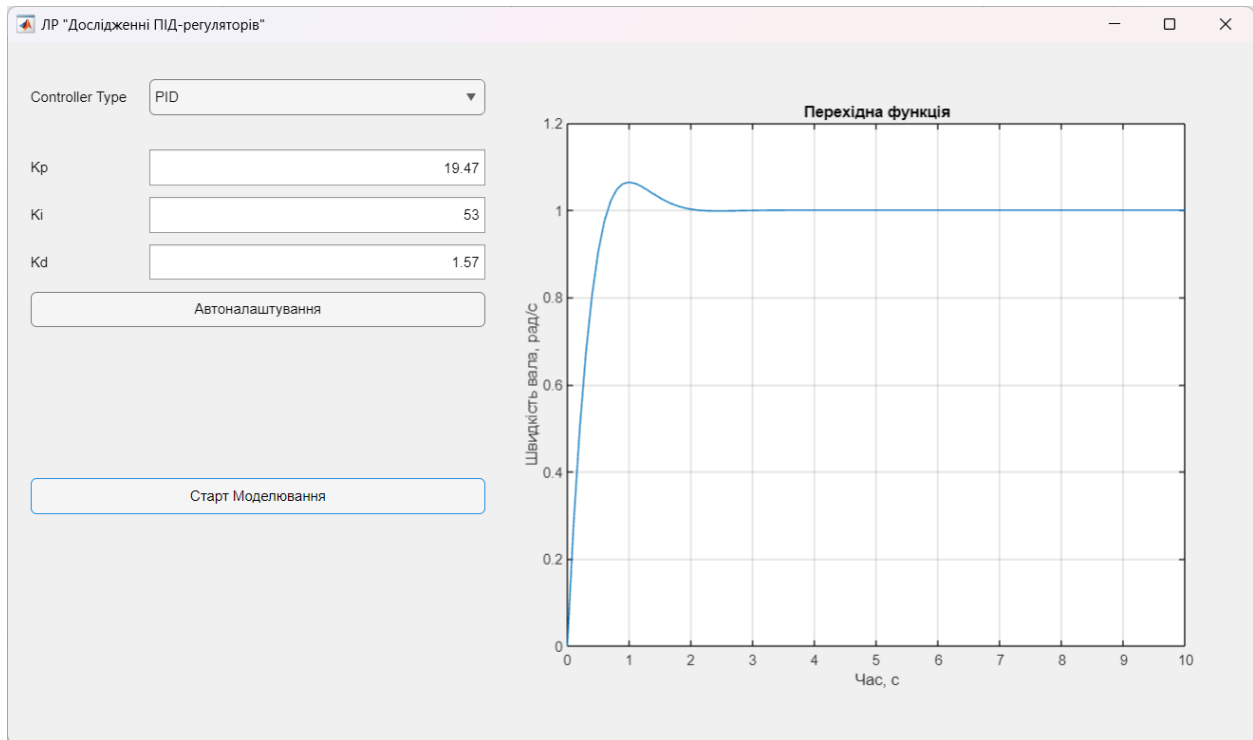


Рисунок 1 – Вигляд вікна GUI

Однією з функцій GUI є автоматичне налаштування коефіцієнтів регулятора за допомогою MATLAB-функції `pidtune`. Ця функція аналізує систему і підбирає оптимальні значення коефіцієнтів для заданого типу регулятора, що дає змогу прискорити процес налаштування і порівняти результати ручного та автоматичного налаштування. Користувач може скористатися цією функцією натисканням кнопки «Автоналаштування».

Також додаток з GUI упаковано у виконуваний файл із розширенням `.exe`, щоб користувач міг його запустити на будь-якому комп'ютері з операційною системою Windows без необхідності встановлення MATLAB.

Розроблений GUI дає змогу користувачеві поглибити знання щодо властивостей ПІД-регуляторів та може бути використаний при дистанційному навчанні, експериментувати з різними типами регуляторів і коефіцієнтами, не вимагаючи глибоких знань у програмуванні. Користувач

може протестувати кілька варіантів налаштувань і вибрати оптимальний для свого завдання.

Література:

1. Поліщук І. А. Налаштування ПД-регулятора на основі методу прямого синтезу для об'єктів другого порядку із запізненням. Наукові праці ВНТУ, 2023, № 2. С. 1-11
2. Основи електропривода: підручник / Ю.М. Лавріненко, П.І. Савченко, О.Ю. Синявський, Д.Г. Войтюк, В.В. Савченко, І.М. Голодний. К.: Видавництво Ліра-К, 2017. 524 с.

УДК 004.8

ВИКОРИСТАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПУХЛИН МОЗКУ

Ейдлін Р.В., Колесник Л.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

Виявлення пухлин головного мозку є однією з найбільш важливих задач сучасної медицини. Своєчасна діагностика та точне визначення меж пухлин дозволяють розробити ефективніші методи лікування, підвищуючи шанси на одужання пацієнтів та збереження людських життів. Методи машинного навчання (МН) надають широкі можливості у аналізі медичних зображень, що включають знімки МРТ та КТ, та виділення ключових ознак, що сприяє підвищенню точності діагностики. Завдяки використанню автоматизованих алгоритмів можливо значно знизити вплив людського фактору та покращити якість аналізу зображень.

Розглянемо існуючі методи та оцінимо їх вплив на підвищення ефективності діагностики пухлин мозку.

1. Методи обробки та фільтрації зображень

Для процесу виявлення пухлин головного мозку суттєвим етапом є обробка медичних зображень, що включає використання методів фільтрації. Мета фільтрації полягає у зменшенні шуму та покращенні якості вихідних зображень для виділення важливих структур. Використовуючи фільтри є можливим видалення небажаних перешкод, що дозволяє зробити зображення більш придатним для подальшого аналізу [1]. До основних методів фільтрації належать гаусовий фільтр, медіанний фільтр, біквадратний фільтр та перетворення Вейвлета.

Гаусовий фільтр використовується для згладжування зображень і усунення гаусового шуму. Він зберігає основні структури, що є важливими для ідентифікації контурів пухлин. Медіанний фільтр ефективний для видалення імпульсного шуму і збереження деталей, таких як краї та межі

утворень. Біквдратний фільтр забезпечує підвищення контрастності, що робить контури пухлин більш чіткими, а перетворення Вейвлета дозволяє зберігати деталі при багатомасштабному згладжуванні.

Методи фільтрації не лише покращують видимість важливих деталей, але й створюють основу для сегментації зображень, що дозволяє більш точно виділити контури пухлин.

2. Методи порогової обробки

Одним з найбільш простих і ефективних методів для виділення об'єктів на зображенні є порогова обробка. Даний підхід дозволяє розділяти об'єкти на зображеннях, виділяючи області за рівнем інтенсивності пікселів [2].

Серед найпоширеніших методів порогової обробки виділяють глобальну порогову обробку, адаптивну порогову обробку та метод Оцу. Глобальна порогова обробка використовує фіксований поріг для всього зображення, що підходить для зображень з рівномірним освітленням. На відміну від глобальної обробки, адаптивна порогова обробка застосовує різні пороги в різних частинах зображення, що дозволяє працювати з зображеннями, де освітлення варіюється. Метод Оцу є автоматичним методом, що обирає оптимальний поріг для поділу зображення на дві області, мінімізуючи внутрішньокласову дисперсію інтенсивностей.

3. Аналіз текстур

Аналіз текстур допомагає виділяти особливості тканин, які можуть вказувати на наявність пухлин. Текsturні характеристики зображення можуть розкривати деталі, що не завжди помітні при простій візуальній оцінці.

Поміж основних методів аналізу текстур використовують матрицю співвідношень сірості (GLCM), локальні бінарні шаблони (LBP) та перетворення Вейвлета [3-4].

Матриця співвідношень сірості дозволяє оцінювати різноманітні властивості текстури, такі як контрастність, однорідність та енергія. Локальні бінарні шаблони є ефективними для кодування локальних текстурних

характеристик і добре працюють на зображеннях з нерівномірним освітленням. Перетворення Вейвлета забезпечує багатомасштабний аналіз текстури, що дозволяє виявити деталі на різних рівнях.

4. Методи глибокого навчання

У діагностиці пухлин головного мозку використовують різні алгоритми машинного навчання, включаючи згорткові нейронні мережі (CNN), методи трансферного навчання, генеративні змагальні мережі (GAN) та автоенкодери [5].

Згорткові нейронні мережі дозволяють автоматично виокремлювати важливі ознаки та, завдяки здатності виявляти патерни на різних рівнях зображення, демонструють високу ефективність у класифікації медичних зображень. Згорткові шари CNN виділяють локальні особливості, тоді як шари пулінгу знижують розмірність даних, що зменшує обчислювальну складність та покращує продуктивність моделі.

Методи трансферного навчання дозволяють використовувати попередньо натреновані на великих наборах даних моделі і адаптувати їх до специфічних завдань діагностики пухлин. Це, у свою чергу, значно скорочує час і ресурси, необхідні для навчання моделей.

GAN використовуються для генерації синтетичних даних, що допомагає збільшити обсяг тренувальних вибірок і покращити результати сегментації.

5. Алгоритми машинного навчання

Серед алгоритмів машинного навчання, що підходять для задачі аналізу медичних зображень, виділяються: метод Бroyдена-Флетчера-Голдфарба-Шанно (BFGS), стохастична дуальна координатна оптимізація (SDCA) та найвний баєсівський класифікатор (NBC). Кожен із цих алгоритмів має специфічні властивості, які роблять його ефективним для певних типів задач.

Метод BFGS відноситься до класу квазі-Ньютонових методів, які використовують інверсію матриці Гессе для оптимізації. Це дозволяє використовувати даний метод для задач з нелінійними залежностями, що є важливим для точного виділення меж пухлини. Алгоритм особливо корисний

у випадках, коли обчислення другої похідної є обчислювально затратним або неможливим. Також BFGS має низьку схильність до перенавчання завдяки ентропійному обмеженню, що робить його цінним інструментом у діагностиці на основі зображень, оскільки медичні дані часто мають високу неоднорідність. Недоліки методу включають залежність від початкових умов і потребу у великій кількості ітерацій для складних задач. Ці фактори можуть ускладнити застосування BFGS для великих масивів даних, однак сучасні обчислювальні платформи дозволяють вирішити ці обмеження.

Метод SDCA використовує стохастичний підхід для оптимізації, що дозволяє обробляти великі обсяги даних за рахунок оновлення параметрів лише для частини об'єктів. Даний метод є особливо ефективним для задач, де необхідно швидко знаходити оптимальні параметри, як-от для обробки масивних баз медичних зображень. SDCA часто застосовується для лінійних моделей і задач класифікації, але обмежений у застосуванні до задач із нелінійними залежностями. Серед обмежень варто відзначити залежність результатів від параметрів навчання та обмежену здатність обробляти нелінійні залежності, що є недоліком при аналізі складних медичних даних.

Наївний баєсівський класифікатор є простим та ефективним методом для класифікації, який заснований на теоремі Баєса. Алгоритм припускає незалежність ознак, що значно спрощує обчислення. Хоча це припущення не завжди реалістичне для складних медичних даних, NBC добре працює у задачах класифікації, де необхідно обробити великі обсяги інформації. Основними недоліками є обмежена здатність до обробки нелінійних залежностей і чутливість до неточних апіорних ймовірностей.

Наведена нижче таблиця порівняння алгоритмів показує, що кожен метод має свої сильні та слабкі сторони. Метод BFGS забезпечує високу точність та ефективність для нелінійних моделей, але вимагає більше обчислювальних ресурсів, коли SDCA навпаки добре підходить для лінійних моделей і великих наборів даних, забезпечуючи високу швидкість обчислення. NBC відзначається простотою і швидкістю, проте припущення

про незалежність ознак обмежує його застосовність для складних залежностей у медичних даних.

Таблиця 1 – Порівняння алгоритмів машинного навчання

Алгоритм	Швидкість	Ефективність для великих даних	Стійкість до перенавчання	Обробка нелінійних залежностей
<i>BFGS</i>	Середня	Обмежена	Висока	Так
<i>SDCA</i>	Висока	Висока	Залежить від параметрів	Ні
<i>NBS</i>	Висока	Висока	Обмежена	Ні

Підсумовуючи, можна зазначити, що машинне навчання є потужним інструментом для виявлення пухлин мозку, забезпечуючи точність і ефективність діагностики. Використання сучасних методів обробки зображень та алгоритмів дозволяє підвищити якість діагностичних систем, що сприяє кращому плануванню лікування та збереженню здоров'я пацієнтів.

Література:

1. О. А. Кобилін, та І. В. Творошенко, Методи цифрової обробки зображень: навч. посібник. Харків: ХНУРЕ, 2021.
2. S. Prasanna, S. Soltani, and A. Wong, «A survey of thresholding techniques», Computer Vision Graphics and Image processing, No 41(2), p. 233-260, 1988. DOI:10.1016/0734-189X(88)90022-9.
3. Hall-Beyer M. GLCM texture: a tutorial. Calgary: National Council on Geographic Information and Analysis Remote Sensing Core Curriculum, 2000. DOI: 10.13140/RG.2.2.12424.21767.
4. L. Nanni; A. Lumini; S. Brahmam, «Survey on LBP based texture descriptors for image classification», Expert Systems with Applications, No. 39, p. 3634-3641 2012. DOI:10.1016/j.eswa.2011.09.054.
5. О. О. Дудник, О. Н. Романюк, «Аналіз методів фільтрації текстур», 2015.

УДК 004.8

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ СУБД У PYTHON-ПРОЄКТАХ

Запорожцев Д.С., Запорожцев М.С.

Львівський національний університет природокористування

Використання різних СУБД в ІТ-проєктах обумовлене передусім направленістю та ресурсоемністю додатків, які розробляються. Сучасні рішення пропонують багато варіантів СУБД. Мета даної роботи - дослідити особливості впровадження та використання баз даних для проєкту, який написано мовою програмування Python. В якості прикладів СУБД були обрані MySQL та Oracle.

Як відомо, база даних (БД) - організована структура, яка переважно призначена для зберігання та обробки інформації, частіше всього, великого обсягу даних. [1-2]

В сучасних системах БД активно використовуються в таких галузях, як електронна комерція (управління замовленнями, каталогами товарів, кошиками покупців), медицина (зберігання електронних медичних записів, історій хвороби) фінансова (облік транзакцій, управління клієнтськими рахунками), аналітика (обробка великих обсягів даних для досліджень і прогнозів).

Без БД неможливо уявити створення комерційних інтернет додатків, таких як інтернет-магазини.

В них можуть бути представлені як продукції схожої тематики, так і зовсім різної, але всі дані про неї (кількість на складі, кількість замовлень даної , термін придатності, тощо) зберігається в єдиній БД, що забезпечує швидкий доступ до них, її оновлення, видалення або обробку. Крім того, БД допомагають уникнути дублювання даних, забезпечуючи їх цілісність і узгодженість.

Python, як одна з найпопулярніших мов програмування, забезпечує широкий інструментарій для роботи з БД різних типів, включаючи вбудовані бібліотеки (sqlite3) і сторонні рішення для взаємодії з популярними системами управління баз даних (СУБД), зокрема - SQLite, MySQL, PostgreSQL, MongoDB, Redis, Oracle, тощо. [3]

Існує кілька основних типів БД, які використовуються залежно від завдання. Зазвичай, виділяють реляційні БД (іноді їх називають SQL-базами) та нереляційні (або NoSQL) системи. Слід зауважити, що Python є потужним інструментом для роботи з обома варіантами баз даних, але все ж таки більш популярними є реляційні бази даних, через їх широкий функціонал, підтримку та просту реалізацію.

Реляційні бази даних (RDBMS) - найбільш поширений тип БД, що зберігає інформацію у вигляді таблиць, де кожен рядок відповідає запису, а стовпчики — полям із даними. Для взаємодії з такими базами використовується мова SQL (Structured Query Language).

MySQL – відома реляційна СУБД із відкритим вихідним кодом, популярна завдяки своїй стабільності та продуктивності. [4] Python пропонує кілька бібліотек для інтеграції з MySQL, таких як mysql-connector-python, PyMySQL та MySQLdb. MySQL добре підходить для веб-додатків середнього розміру і великих проєктів, які потребують надійного зберігання великих обсягів даних.

Oracle – високопродуктивна реляційна СУБД, орієнтована на корпоративний сегмент. [5] Python-додатки можуть працювати з Oracle через бібліотеку cx_Oracle. Ця БД є стандартом для великих компаній завдяки своїй надійності, продуктивності і широким можливостям захисту даних.

Результати порівняння цих двох СУБД наведені в табл.1.

З цього порівняння можемо зробити висновок, що остаточний вибір бази даних для проєкту залежить, перш за все, від потреб та вимог, які поставлені замовником: обсягу даних, складності запитів та вимог до продуктивності.

Таблиця 1 - Порівняння СУБД MySQL та Oracle

Характеристики	MySQL	Oracle
Тип бази даних	Реляційна база даних з відкритим вихідним кодом.	Реляційна база даних корпоративного рівня.
Призначення	Зазвичай використовується для веб-додатків, середніх і великих проєктів.	Призначена для великих корпоративних систем із високими вимогами до безпеки та продуктивності.
Області застосування	Веб-додатки.	ERP, CRM, банківські системи, облік великих даних.
Продуктивність	Висока швидкість обробки запитів, оптимальна для читання і запису даних середнього обсягу.	Висока продуктивність для великих обсягів даних, підтримка складних обчислень і паралельної обробки.
Розширюваність	Легке горизонтальне масштабування, наприклад, через реплікацію або шардинг.	Підтримка вертикального масштабування, складних кластерів і функцій.
Сховище даних	Підтримка різних механізмів зберігання (InnoDB, MyISAM).	Оптимізовано для роботи з великими обсягами даних і підтримує Data Warehousing.
Підтримка транзакцій	Підтримує ACID через механізм InnoDB, але менше налаштованих опцій.	Повна підтримка ACID з розширеними можливостями конфігурації транзакцій.

Обидві розглянуті СУБД мають свої особливості, переваги та обмеження.

Використання Python у цій сфері забезпечує гнучкість та ефективність у розробці додатків будь-якого масштабу.

Література:

1. Що таке бази даних та їх роль у програмуванні на Python. URL: <https://foxminded.ua/baza-danykh-python/>
2. Що таке база даних? URL: <https://apeps.kpi.ua/shco-take-basa-danykh>.
3. Python and MySQL: The Complete Practical Guide, Part 1. URL: <https://robotdreams.cc/blog/484-python-ta-mysql-povniy-praktichniy-posibnik-ch-1>
4. MySQL 8.4 Reference Manual :: 1.2.1 What is MySQL? URL: <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.4/en/what-is-mysql.html>
5. Application development with Oracle Database. URL: <https://www.oracle.com/cis/database/technologies/application-development.html>.

УДК 681.52

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ СКЛАДСЬКИМ ОБЛІКОМ

Зуєнко Е М., Абраменко І. Г.

Харківський біотехнологічний університет, Харків

Склади на сільськогосподарських підприємствах призначені для тимчасового зберігання продукції.

Ці клади виконують функції: приймання, облік, зберігання та відвантаження продукції; сортування і комплектація споживачам цієї продукції; визначення потреби в транспортних засобах, механізованому навантажувальному обладнанні, тарі та робочій силі для відвантаження.

Склади повинні забезпечувати умови для збереження продукції на тимчасовому зберіганні та організовувати раціональне зберігання і внутрішнє транспортування.

На складах ведеться облік продукції, що зберігається, фіксується виконання замовлень на відвантаження і розвантаження готової продукції та готуються звіти про використання складських площ.

Основне завдання автоматизованих систем в цьому випадку - підвищити ефективність виконання основних функцій працівників складу. Автоматизація управління процесами на складах підвищує їх ефективність і результативність. Критеріями вибору технічних засобів є надійність системи, функціональна цілісність системи та швидкість роботи [1].

Сучасні, автоматизовані, інтегровані інформаційні системи управління складом повинні забезпечувати комплексне вирішення всіх управлінських завдань.

Реалізація такого підходу можлива в рамках єдиного інформаційного простору (ЄІП) функціонування виробничих процесів, що базується на системній інформаційній підтримці виробничих процесів.

Матеріальним втіленням ЄІП є інтегроване інформаційне середовище

функціонування виробничого процесу створення продукції, яке являє собою сукупність розподілених баз даних, що містять інформацію про продукцію, виробниче середовище, ресурси і процеси підприємства, забезпечуючи коректність, актуальність, збереження і доступність даних суб'єктам виробничо- господарської діяльності [2].

Вся інформація (дані) в інтегрованому інформаційному середовищі зберігається у вигляді інформаційних об'єктів, які забезпечують взаємозв'язок інформаційної інфраструктури шляхом обміну даними про продукцію та виробниче середовище між учасниками виробничого ланцюга (рис. 1).

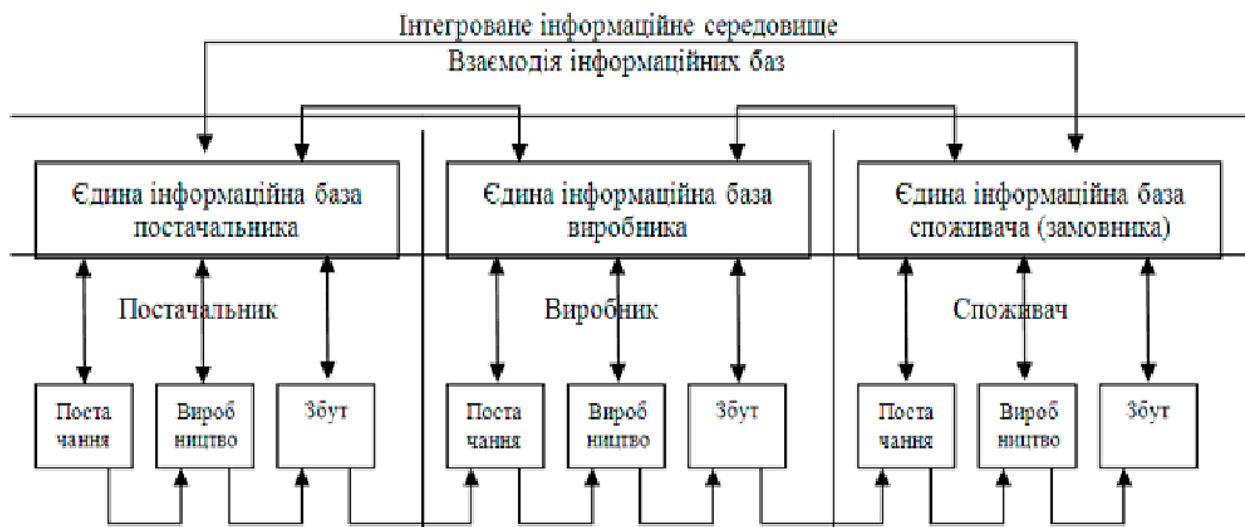


Рисунок 1 - Інтегроване інформаційне середовище виробничого підприємства

Реалізація інформаційної системи підприємства можлива на принципах уніфікації і стандартизації як форми і змісту інформації, так і інформаційних технологій. Даний підхід дозволяє вирішити задачу інформаційної інтеграції всіх виробничих процесів усередині підприємства.

Функціонування інтегрованого інформаційного середовища забезпечується принципами CALS/PLM (рис. 2), які забезпечують інформаційну інтеграцію всіх виробничих процесів на кожній із стадій

життєвого циклу продукції.

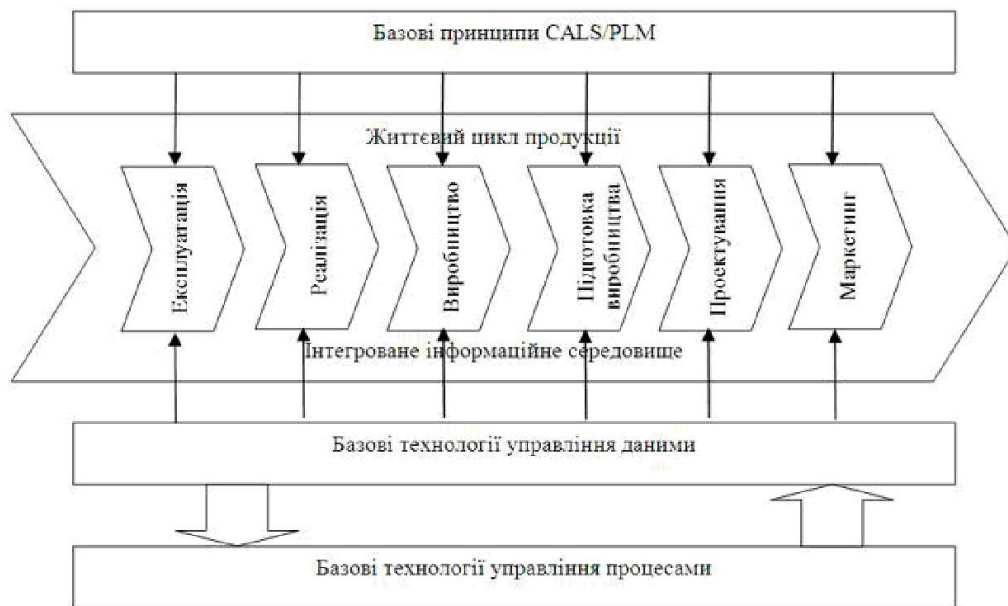


Рисунок 2 - Концептуальна модель інформаційного середовища CALS/PLM

Використання технології CALS/PLM забезпечує не тільки інтеграцію внутрішньої інформації в корпоративному інформаційному середовищі, але й інтеграцію зовнішньої інформації на всіх етапах життєвого циклу продукції (власники продукції, проектувальники, виробництво, підрядники, матеріали та обладнання, експлуатація та утилізація продукції).

Таким чином, CALS є глобальною стратегією підвищення конкурентоспроможності підприємств та їхньої продукції.

Література:

1. С. Ю. Самсонова, «Аналіз методів автоматизації складської логістики виробничого підприємства», Автоматизація та приладобудування. Харків, Україна: ХНУРЕ, вип. 1, с. 98-103.
2. В. А. Павлиш, Основи інформаційних технологій і систем. Львів, Україна: Львівська політехніка, 2018.

УДК 621.3.095.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Ключко О. В., Безкоровайний В. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

Сучасні виробничі комп'ютерно-інтегровані технології (КІТ) поєднують CAD (комп'ютерне проектування), CAM (комп'ютерне виробництво), CAE (комп'ютерний інженерний аналіз) і CAS (автоматизоване складання) продукції. Поєднання всіх складових КІТ дозволяє створити єдиний інформаційний простір, де можна відстежувати кожен етап виробництва, забезпечуючи прозорість, прогнозованість та надійність роботи. Однією з нових сфер застосування таких технологій є адитивне виробництво на основі 3D-друку. Воно дозволяє вже на етапі проектування оптимізувати модель, достатньо точно визначати структуру та властивості виробу, а також протестувати його ще до початку виробництва. САМ-системи надають можливість програмувати принтери для максимально ефективного друку, регулюючи параметри процесу, щоб забезпечити точність, повторюваність та відповідність проекту. Важливе значення в технологіях 3D-друку має автоматизація контролю якості виробів. Використовуючи системи зворотного зв'язку та моніторингу можна в реальному часі виявляти й коригувати відхилення у процесі 3D-друку, уникати дефектів і знижувати рівень відходів. Автоматизовані системи дозволяють швидко та точно адаптувати виробничі процеси до індивідуальних потреб, що підходить для масової кастомізації та серійного виробництва з індивідуальними налаштуваннями [1-3].

У процесі оптимізації вектора параметрів технології 3D-друку α враховується множина параметрів якості виробів (деталей): роздільна здатність (Resolution) $k_1(\alpha) \rightarrow \min$ (визначається розміром шару, який може бути надрукований); точність (Accuracy) $k_2(\alpha) \rightarrow \min$ (міра того, наскільки точно друкована деталь відповідає оригінальній моделі); шорсткість поверхні

(Surface Roughness) $k_3(\alpha) \rightarrow \min$ (міра нерівності поверхні деталі); міцність та витривалість (Strength and Durability) $k_4(\alpha) \rightarrow \max$ (наскільки добре друкована деталь витримує навантаження та довготривале використання); деталізація (Detailing) $k_5(\alpha) \rightarrow \min$ (відображає можливість відтворення деталей з високою точністю і збереженням найменших деталей і текстур); економічність (Economy) $k_6(\alpha) \rightarrow \min$ (витрати на виготовлення деталі) тощо.

Для досягнення високої якості деталей, важливо правильно налаштувати параметри друку α , вибрати відповідний матеріал, використовувати якісну модель та забезпечувати належний догляд за друкарським пристроєм. При цьому, на практиці задаються обмеження на параметри якості виробу $k_l(\alpha) \leq k_l^*$ чи $k_l(\alpha) \geq k_l^*$ (де k_l^* – задане граничне значення параметра l) та намагаються знайти їх найкращу компромісну комбінацію [4-5]:

$$P(\alpha) = \sum_{l=1}^m \lambda_l \bar{k}_l(\alpha) \rightarrow \max_{\alpha}, \quad (1)$$

де $P(\alpha)$ – узагальнена оцінка якості виробу; m – кількість параметрів, обраних для оцінки виробу; λ_l – ваговий коефіцієнт l -го параметра виробу, $\lambda_l \geq 0$, $l = \overline{1, m}$, $\sum_{l=1}^m \lambda_l = 1$; $\bar{k}_l(\alpha)$ – нормоване значення або значення функції корисності l -го параметра.

Для визначення залежностей між вхідними параметрами 3D-технології α і характеристиками виробів $k_l(\alpha)$ необхідно провести серію експериментальних досліджень. Дослідження передбачають зміну наборів вхідних параметрів α , збір інформації про отримані характеристики виробів $k_l(\alpha)$ та аналіз отриманих результатів.

У процесі проведення досліджень було обрано деталь типу шестигранник (рис. 1). 3D-моделювання деталі було виконано у середовищі SolidWorks, а результати для подальшої обробки слайсером збережено у форматі .stl.

Усього було проведено 8 експериментів (створено 8 зразків деталі) з різними налаштуваннями слайсера (табл. 1). При цьому змінювалися такі вхідні параметри: товщина перекриття δ_1 (варіювалася від 0.5 мм до 3 мм); товщина бокової поверхні δ_2 (варіювалася від 0.5 мм до 5 мм); швидкість друку V (варіювалася від 30 мм/с до 60 мм/с) (табл. 2).

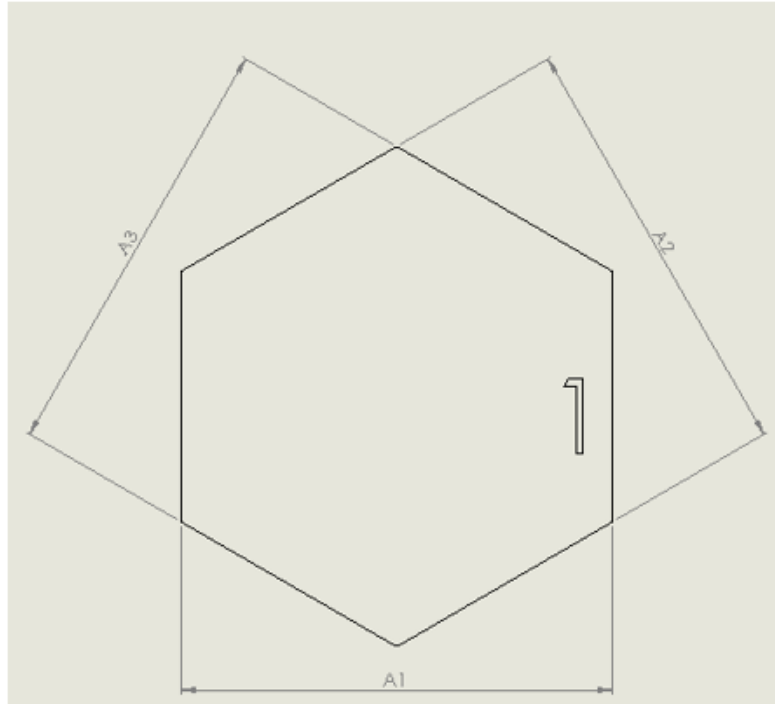


Рисунок 1 – Ескіз досліджуваної деталі-шестигранника

Таблиця 1 – Запропонований варіант плану експерименту

№	Кодові значення коефіцієнтів при невідомих							
	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1, x_2	x_1, x_3	x_2, x_3	x_1, x_2, x_3
1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1
2	1	1	-1	-1	-1	1	-1	1
3	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1
4	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1
5	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1
6	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1
7	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1
8	1	1	1	1	1	1	1	1

Таблиця 2 – Значення параметрів деталі

Параметр	Номер досліду (зразка)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
δ_1 , мм	0.5	3	0.5	3	0.5	3	0.5	3
δ_2 , мм	0.5	0.5	5	5	0.5	0.5	5	5
V , мм/с	30	30	30	30	60	60	60	60

Для спрощення розрахунків і аналізу плану експерименту вхідні величини представлені у кодованій шкалі. Результати вимірювань подано в табл. 3 (де R_a – середнє арифметичне відхилення профілю).

Таблиця 3 – Результати експериментів

Вихідний параметр	Номер досліду (зразка)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
R_a , мкм	6,20	22,11	9,81	9,00	4,30	2,76	4,93	6,21
A_1 , мм	20,45	20,45	20,41	20,45	20,45	20,46	20,06	20,41
A_2 , мм	20,37	20,32	20,32	20,38	20,26	20,28	20,47	20,35
A_3 , мм	20,08	20,16	20,04	20,00	20,02	20,01	20,11	20,00

За даними табл. 3 отримано залежності в кодованій шкалі для вимірювання змінних:

$$R_a = 8.17 + 1.85x_1 - 0.68x_2 - 3.61x_3 - 1.74x_1x_2 + 1.7x_2x_3 - 1.92x_1x_3;$$

$$A_1 = 20.39 + 0.05x_1 - 0.06x_2 - 0.05x_3 + 0.05x_1x_2 - 0.05x_1x_3 + 0.04x_2x_3;$$

$$A_2 = 20.34 - 0.01x_1 + 0.04x_2 - 0.003x_3 - 0.003x_1x_2 + 0.03x_1x_3 - 0.01x_2x_3;$$

$$A_3 = 20.05 - 0.01x_1 - 0.01x_2 - 0.02x_3 - 0.003x_1x_2 + 0.03x_1x_3 - 0.02x_2x_3.$$

Подамо оцінки впливу швидкості 3D-друку на точність отриманого розміру деталі в натуральній шкалі виміру:

$$A_1 = 20.6 + 0.105\delta_1 - 0.0089\delta_2 - 0.00299V + 0.0178\delta_1\delta_2 - 0.00213\delta_1V - 0.0148\delta_2V;$$

$$A_2 = 20.4 - 0.0197\delta_1 - 0.0199\delta_2 - 0.0018V + 0.0013\delta_1\delta_2 - 0.00053\delta_1V + 0.00089\delta_2V;$$

$$A_3 = 20.01 - 0.0693\delta_1 - 0.0258\delta_2 - 0.02V + 0.0107\delta_1\delta_2 - 0.00107\delta_1V + 0.00089\delta_2V.$$

Аналогічним способом було отримано співвідношення для оцінки впливу режимів 3D-друку на шорсткість поверхонь деталей.

Проведені експериментальні дослідження дозволили встановити зв'язок між режимами 3D-друку і геометричними параметрами отриманих деталей. Виявлено, що вхідні параметри, такі як швидкість друку, товщина перекриття та бокової поверхні, мають суттєвий вплив на якість та точність виготовлених деталей. За результатами проведених досліджень були визначені оптимальні значення цих параметрів.

Література:

1. Jevtić, I., Mladenović, G., Milošević, M., Trajković, I., Travica, M., Milovanović, A., & Stojmanovski, V. (2021). Additive technology design for 3D printing and application to fast product development. In International Conference of Experimental and Numerical Investigations and New Technologies" CNN TECH 2021"-Book of Abstracts (pp. 57-57).
2. Nevlyudov, I., Nikitin, D., Bliznyuk, D., Gurin, D., Razumov-Frizyuk, E., Sagittarius, E. (2020). Production of printed circuit boards using 3D printing technologies. Collection of scientific works of the National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov, 4 (482).
3. Грицюк В. Ю., Невлюдов І. Ш., Цимбал О. М. (2022). Удосконалення конструкції вузла екструдера мобільної робототехнічної платформи для 3D-друку великомасштабних структур. Вісник східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля, (5 (275)), 28-34.
4. Beskorovainyi V., "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. V. Bezkorovainyi, L. Kolesnyk, V. Gopejenko and Kosenko V., "The method of ranking effective project solutions in conditions of incomplete certainty", Advanced Information Systems, v. 8, no 2, pp. 27–38.

УДК 004

АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ ПОШУКУ ТРАЄКТОРІЙ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ

Коваленко Д.О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

З розвитком інформаційних технологій до систем відеоспостереження висуваються все нові завдання, які полягають у розробці алгоритмів оброблення відеоданих для автоматизованих режимів роботи систем. Це зумовлено двома потребами: зменшення людського фактора у процесах, які забезпечують відеонагляд та безпеку. [2].

Відстеження траєкторії - це процес керування роботом або транспортним засобом для проходження певного шляху або траєкторії в часі. Ця концепція має вирішальне значення для того, щоб автономні системи могли точно орієнтуватися в навколишньому середовищі та досягати визначених точок, враховуючи такі фактори, як динаміка, перешкоди та умови навколишнього середовища. Ефективне відстеження траєкторії дозволяє роботам виконувати завдання з високою точністю і може підвищити їхню здатність адаптуватися до змін у навколишньому середовищі. [3].

Метою роботи є аналіз сучасних моделей та методів пошуку траєкторій рухомих об'єктів, виявлення їхніх переваг і обмежень, а також оцінка потенціалу їхнього використання в майбутньому.

Кінематичне проєціювання використовується для моделювання та аналізу траєкторій рухомих об'єктів шляхом опису їхнього положення, швидкості та прискорення у просторі з урахуванням часових змін. Цей підхід базується на використанні рівнянь кінематики, що дозволяє точно прогнозувати траєкторії за відомими початковими умовами та параметрами руху. Основною перевагою методу є його точність і простота реалізації в умовах, де рух об'єкта підпорядковується чітко визначеним законам механіки. Проте кінематичне проєціювання має обмеження при роботі з нелінійними

системами або у випадках, коли рух об'єкта зазнає впливу невизначених зовнішніх факторів, що знижує ефективність цього підходу у складних динамічних середовищах.

Нечіткі моделі є ефективним інструментом для моделювання траєкторій у ситуаціях з високою невизначеністю або обмеженістю вхідних даних. Вони базуються на використанні лінгвістичних змінних та правил, що дозволяє описувати складні системи в термінах, зрозумілих людині. Основною перевагою є гнучкість і здатність працювати з нечіткими, неточними або неповними даними, що робить їх незамінними у прогнозуванні поведінки об'єктів у динамічному середовищі. Проте складність налаштування функцій належності та формулювання правил може призводити до суб'єктивності й обмежувати їх застосування в задачах, що потребують високої точності або масштабування моделі.

Оптимізаційні методи широко застосовуються для пошуку оптимальних траєкторій рухомих об'єктів з урахуванням заданих обмежень і цільових функцій. До таких методів належать лінійне та нелінійне програмування, еволюційні алгоритми, генетичні алгоритми, а також методи градієнтного спуску. Вони дозволяють мінімізувати витрати енергії, часу чи відстані під час руху, а також знаходити рішення в умовах багатокритеріальної оптимізації. Основною перевагою цих підходів є здатність враховувати складні взаємозв'язки між змінними та обмеженнями системи. Водночас оптимізаційні методи можуть вимагати значних обчислювальних ресурсів, особливо при роботі з великими наборами даних або складними нелінійними системами, що є їхнім основним недоліком.

Методи просторової фільтрації застосовуються для обробки даних про рух об'єктів з просторовою прив'язкою з метою усунення шуму, виявлення патернів та підвищення точності визначення траєкторій. До основних підходів належать низькочастотна фільтрація для згладжування даних, високочастотна фільтрація для виявлення різких змін або аномалій, а також бандасова фільтрація для аналізу певних частотних діапазонів. Для

відстеження об'єктів у динамічних умовах ефективними є фільтр Калмана і фільтр часток, які коригують положення об'єкта на основі попередніх даних і моделей руху. Ці методи дозволяють працювати з реальними, зашумленими даними, що покращує точність аналізу, однак їх ефективність залежить від правильного налаштування параметрів, яке у випадку помилки може призводити до втрати важливої інформації або надмірного згладжування.

Порівняльні методи використовуються для оцінки ефективності різних підходів до пошуку траєкторій шляхом порівняння результатів, отриманих за допомогою різних алгоритмів чи моделей. Ці методи дозволяють визначити, який із підходів найкраще підходить для конкретної задачі, враховуючи різні критерії, такі як точність, обчислювальні витрати, здатність до масштабування та стійкість до шуму. Порівняльні аналізи можуть включати як теоретичні, так і експериментальні оцінки, де використовуються набори тестових даних для перевірки роботи моделей у реальних умовах. Однією з основних переваг порівняльних методів є можливість об'єктивно оцінити слабкі та сильні сторони кожної моделі, що дозволяє вибрати найбільш підходящий підхід для практичного застосування. Однак цей метод може бути ресурсозатратним, оскільки вимагає проведення численних тестувань і аналізу великих обсягів даних.

Метод відстежування крайових точок використовується для аналізу траєкторій рухомих об'єктів шляхом фіксації ключових точок, що визначають межі або важливі моменти в русі об'єкта. Цей підхід дозволяє ефективно відслідковувати зміни напрямку або швидкості об'єкта, що може бути корисним для виявлення критичних подій, таких як зміна траєкторії чи швидкості. Метод відстежування крайових точок часто застосовується в задачах, де важливе точне визначення моментів, коли об'єкт переходить через певні просторові або часові межі. Перевагою цього методу є здатність ефективно виявляти зміни в русі та зменшувати вплив шуму на результати. Однак його застосування може бути обмежене в умовах, де рух об'єкта є

надзвичайно складним або нелінійним, що може призвести до неточностей у визначенні крайових точок.

Аналіз моделей систем пошуку траєкторій рухомих об'єктів показав, що існує широкий спектр підходів для вирішення цієї задачі, кожен із яких має свої переваги та обмеження. Детерміновані та стохастичні моделі добре підходять для передбачуваних умов, тоді як методи машинного навчання дозволяють працювати з великими наборами даних та виявляти складні закономірності. Окрему увагу варто приділити методам просторової фільтрації та порівняльним методам, які дозволяють підвищити точність і ефективність систем у реальних умовах. Крім того, методи, такі як відстежування крайових точок, дають змогу детально аналізувати критичні моменти руху, хоча їх ефективність може бути обмежена в складних динамічних системах. З огляду на різноманітність підходів, вибір конкретної моделі залежить від специфіки задачі, характеристик об'єкта та середовища, а також вимог до точності та обчислювальних ресурсів.

Список літератури:

1. Свідрак, І. Г., Шевчук, Л. І., Строган, О. І., Струтинська, Л. Р., & Строган, І. В. (2021). Кінематичне проєціювання як засіб управління технікою в автоматизованих землеобробних комплексах. Посилання до ресурсу: <https://nv.nltu.edu.ua/index.php/journal/article/view/2365>
2. Ю. Іванов, Д. Пелешко, А. Ковальчук, М. Пелешко. Пошук траєкторій рухомих об'єктів для автоматизованих систем відеоспостереження. Посилання до ресурсу: <https://science.lpnu.ua/uk/scsit/vsi-vypusky/vypusk-744-2012/poshuk-trayektoriy-ruhomyyh-obyektiv-dlya-avtomatyzovanyh-system>
3. Trajectory tracking from class: Robotics . Посилання до ресурсу: <https://fiveable.me/key-terms/robotics/trajectory-tracking>

4. Комп'ютерне моделювання об'єктів і процесів. Посилання до ресурсу: <https://ua5.org/model/1694-kompyuterne-modelyuvannya-obyektiv-i-proczesiv.html>
5. Кононихін О.С., Сухомлінов В.К., Корольов В.М. Багатокритеріальна модель вибору обладнання системи GPS-моніторингу будівельно-дорожньої техніки // «Наука і техніка сьогодні» (Серія «Техніка»): журнал. 2023. No 13(27) 2023. С. 774-783

УДК 681.52

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ВОДОПОСТАЧАННЯМ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Котляренко А В., Абраменко І. Г.

Харківський біотехнологічний університет, Харків

У сільському господарстві вода використовується як для комунально-побутових потреб (наприклад, зрошення зелених насаджень, жилих будинків та громадських будівель), так і для виробництва (наприклад, напування худоби та птиці, приготування рідких та вологих кормів, обробка та переробка сільськогосподарської продукції).

Система водопостачання складається з джерела води, водозабору, насосної системи та водопровідної мережі.

Забір води з водозабору та подача в мережу водопостачання здійснюється насосною системою, що складається з насоса, електроприводу, всмоктувальної та напірної труб і бака регулювання тиску [1].

Для сільськогосподарського водопостачання використовуються відкриті джерела води, такі як річки, озера, водосховища та підземні води.

У сільських населених пунктах використовуються централізовані та децентралізовані системи водопостачання.

Централізовані системи водопостачання подають воду до житлових та промислових районів, а децентралізовані - окремо до житлових та промислових районів.

Сільськогосподарська вода подається споживачам через котли та резервуари відцентровими насосами із приводом від асинхронних електродвигунів.

У відкритих системах зрошення з приводом від асинхронних або синхронних двигунів вода подається насосами у водорозподільну мережу.

Для забирання води з відкритих водоймищ, а також із шахтних криниць і свердловин переважно застосовують відцентрові та вихрові насоси [2].

Глибинні електронасоси використовуються для перекачування води з глибоких колодязів та свердловин.

Системи автоматичного керування на насосних станціях водопостачання призначені для автоматичного пуску і зупинки насосів за заданими програмами, автоматичного регулювання подачі насосів, включення резервних насосів, захисту електродвигунів, інформування про нормальну роботу і аварійні зупинки, вимірювання тиску і рівня води, споживання струму і напруги електродвигунів.

На підставі дослідження об'єкта управління нами розроблено функціональну схему автоматичної системи питного водопостачання з використанням штучної свердловини (рис. 1).

У системі автоматизації використовуються такі датчики, як датчик температури, датчик тиску на виході зі свердловини, датчик тиску повітря від компресора, датчик струму двигуна насоса, датчик пожежі, датчики сухого ходу і затоплення.

Сигнали датчика температури, датчика тиску на виході свердловини, датчика тиску повітря компресора і датчика струму двигуна насоса є аналоговими і повинні бути перетворені на цифровий формат за допомогою вбудованого аналого-цифрового перетворювача мікроконтролера.

Датчики пожежі, сухого ходу та затоплення з індивідуальними виходами можна підключити безпосередньо до порту мікроконтролера.

Згідно зі схемою інформаційних потоків (рис. 2) менеджер процесів виконує наступні операції: збирання інформації про поточний стан датчиків, реалізація інтерфейсу користувача (обробка натискання клавіш, відображення інформацію на екрані), обмін інформацією та командами з центром управління, моніторинг та вирішення виняткових ситуацій, визначення завдань для регулюючих органів та механізмів.

Регулюючі органи забезпечують підтримку параметрів контролю на постійному рівні.

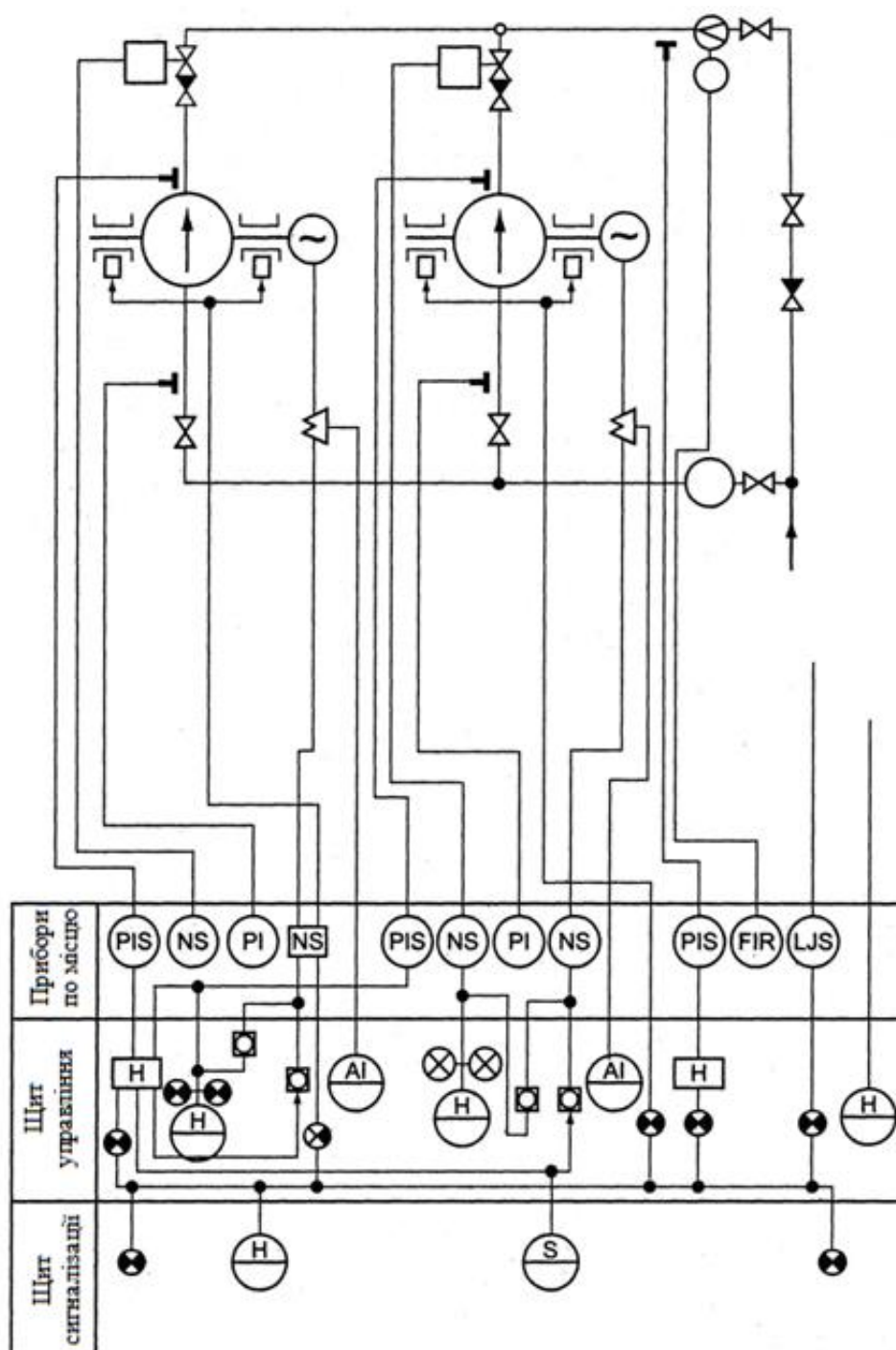


Рисунок 1 - Функціональна схема системи

Кожен контролер порівнює поточне значення параметра зі значенням менеджера процесів і генерує вихідний сигнал для механізму для досягнення заданого значення.

Драйвери двигунів використовуються менеджерами процесів для управління цими двигунами на основі їхнього поточного стану та конкретних функцій.

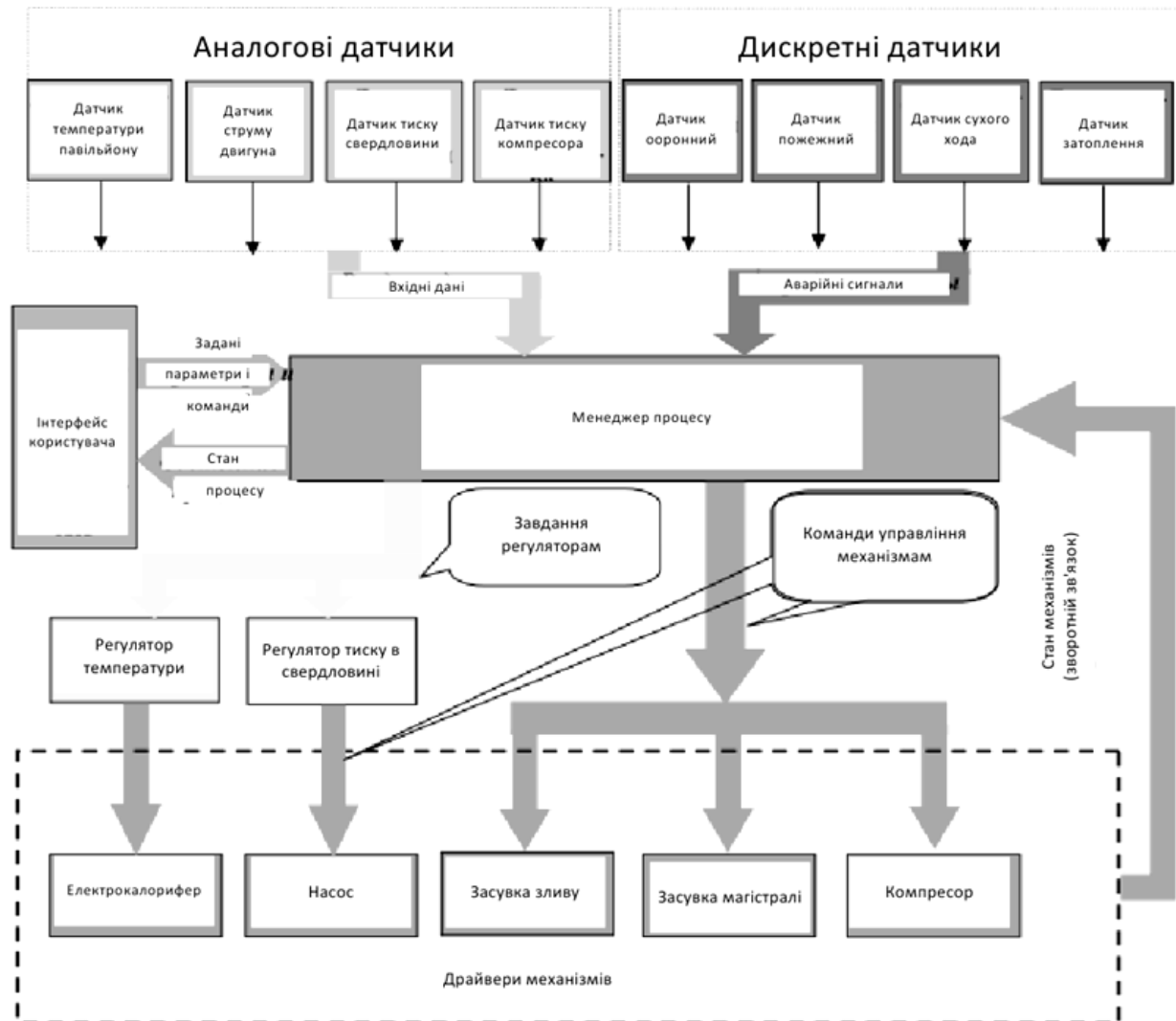


Рисунок 2 – Схема інформаційних потоків

Література:

1. І. І. Ревенко та ін., *Машини та обладнання для тваринництва*. Київ Україна: Кондор, 2012.
2. Є. Л. Жулій, *Електропривод сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній*. Київ., Україна, 2002.

УДК 681.52

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКИМ ВИРОБНИЦТВОМ

Кравченко Р. Г., Абраменко І. Г.

Харківський біотехнологічний університет, Харків

Хлібопекарська промисловість України – одна з основних галузей харчової промисловості, яка здатна запропонувати населенню широкий асортимент хлібобулочних виробів з погляду виробничих потужностей, механізації технічних процесів та різноманітності продукції.

Основними компонентами хлібопекарської промисловості є пшеничне та житнє борошно, дріжджі, вода та сіль. Серед інших інгредієнтів - олія, цукор, молоко та молочні продукти, яйця та горіхи [1].

У хлібопекарнях виділяють такі технологічні етапи: зберігання та підготовка сировини, що використовується в процесі, приготування тіста, обробка тіста, випікання тістових заготовок, охолодження та зберігання хліба. Кожен з цих етапів включає в себе ряд технічних операцій, що забезпечують виробництво продукту.

Приготування тіста - один з найважливіших процесів для якості хліба. Цей процес також є одним з найтриваліших. Основними факторами, що впливають на фізико-хімічні властивості продукту, є точність внесення сировини та підтримання її температури. Послідовність і характер технічних операцій проілюстровано на технологічній схемі (рис. 1).

Для приготування тіста на підприємствах використовується тістомісильна машина [2]. Для замішування продукту необхідно змішати відповідні інгредієнти.

Основним показником ефективності виробництва хліба є якість готової продукції, яка залежить від низки факторів. Серед них варто відзначити рівень автоматизації технічних процесів, сучасний стан яких

характеризується використанням передових технологій та обладнання, мікропроцесорної техніки та комп'ютерних технологій.

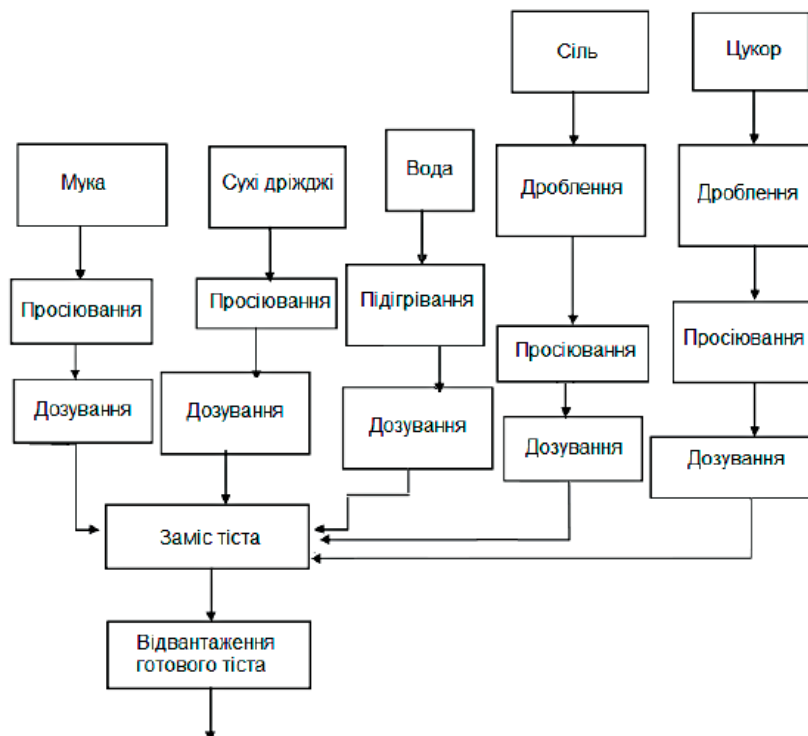


Рисунок 1 – Структура і послідовність процесу приготування тіста

Автоматизація процесу виробництва тіста є важливим фактором підвищення якості кінцевого продукту, зниження кількості аварій та професійних ризиків під час роботи.

Керуючись схемою руху матеріалів, побудуємо функціональну схему підсистеми автоматизації процесу приготування тесту (рис. 2).

Схема автоматизації безперервного процесу приготування тіста включає контроль температури борошна і тіста, моніторинг рівня борошна і регулювання вологості тіста в тістомісильній машині. Крім того, робота електроприводів і виконавчих механізмів може контролюватися локально і дистанційно у відповідь на зміну вологості тіста. Одним з ключових параметрів, що визначають якість тіста та тістової заготовки, є його температура.

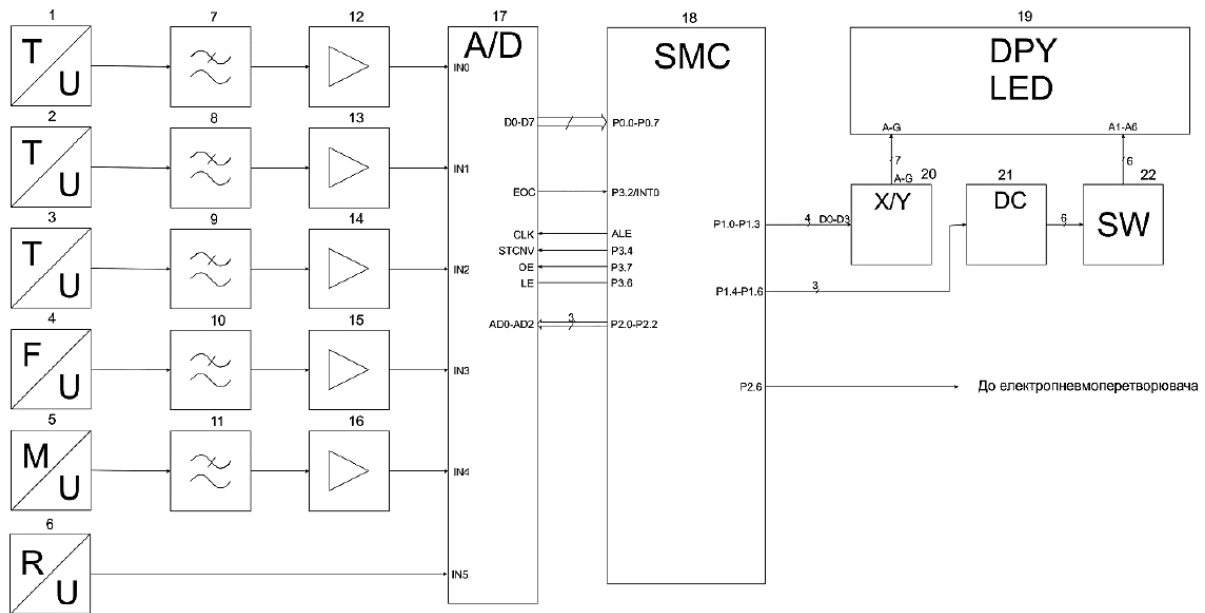


Рисунок 2 - Функціональна схема системи автоматизації: 1-3 - датчики температури; 4 - датчик витрат; 5 - датчик вологості; 6 - задатчик вологості; 7-11 - фільтри НЧ; 12-16 - підсилювачі; 17 - аналогоцифровий перетворювач; 18 - однокристална мікро-ЕОМ; 19 - цифровий індикатор; 20 - перетворювач кода; 21 - дешифратор знакомісця; 22 -електронний ключ

Основним контрольованим фактором у цьому процесі є підтримання рівня вологості тіста на необхідному рівні після виходу з тістомісильної машини. Вміст води вимірюється високочастотним вологоміром і контролюється шляхом регулювання кількості тіста з добавками, яке подається в машину зі станції подачі.

Література:

1. В. І. Дробов, Довідник з технології хлібопекарського виробництва. Київ, Україна, 2019.
2. В. Т. Косюра, Машини та обладнання хлібопекарського виробництва. Київ, Україна: Вища освіта, 2010.

УДК 004

ВИБІР СУБД ДЛЯ СТВОРЕННЯ CRM ТРАНСПОРТНОЇ КОМПАНІЇ

Кононихін О.С., Ксенофонов Є.Р.

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
Харків*

У часи швидкого розвитку технологій логістичні компанії активно шукають шляхи для оптимізації своїх бізнес-процесів і покращення якості обслуговування клієнтів. У цьому контексті система управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM) може суттєво покращити загальну ефективність бізнесу та підвищити рівень взаємодії з клієнтами. CRM-системи дозволяють краще розуміти потреби та очікування клієнтів, ефективно керувати замовленнями та автоматизувати рутинні завдання, такі як виставлення рахунків, повідомлення про доставку та зміни в замовленнях, управління запасами, а також звітування та моніторинг прибутковості бізнесу [1-2].

CRM-системи мають численні переваги для покращення взаємодії з клієнтами та налагодження ефективної роботи в команді. Вони також надають всі необхідні ресурси для подальшого розвитку бізнесу. Оскільки їх основна мета — автоматизація та оптимізація процесів, ці системи значно економлять час як для вас, так і для ваших клієнтів. У цьому розділі ми детальніше розглянемо, як CRM-системи можуть бути корисними для логістичних компаній [1-2].

Зберігання повної інформації про клієнтів та історії їхніх замовлень є важливою частиною побудови ефективної комунікації та обслуговування. Використовуючи CRM-систему, можна впровадити зручну систему класифікації клієнтів за різними параметрами. Це дозволяє створювати теги для поділу клієнтів на групи, що відповідають важливим критеріям вашої послуги.

Управління замовленнями та перевезеннями є одними з найскладніших процесів у компанії. Воно включає документи, кошториси, маршрути та цикли взаємодії між підрозділами. Завдяки CRM-системі ви можете автоматизувати ці процеси і забезпечити їх доступність для всіх учасників. Усі шаблони документів завантажуються в систему і автоматично генеруються при створенні замовлення, а також автоматично надсилаються повідомлення про зміни замовлення та маршруту [1-2].

У структурі роботи офісу транспортної компанії визначимо цілі та методах управління отриманої інформацією.

Першочергово слід визначити необхідні умови та сформулювати вимоги до функціонування офісу. Важливо провести аналіз особливостей транспортування, включаючи типи вантажів, маршрути, тимчасові обмеження та вимоги до зберігання.

Наступним кроком є встановлення цілей, які потребують аналізу та, за необхідності, вдосконалення. Після оцінки роботи підприємства в сферах транспортування та збереження товарів, слід застосовувати методи та інструменти для прийняття оптимальних рішень.

Після збору всієї необхідної інформації, її можна організувати у єдину базу даних. Також важливо автоматизувати процес передачі даних з цієї бази іншим співробітникам компанії та інтегрувати інформацію з різних відділів в одну спільну базу.

Зібравши відомості про товар, клієнта, статус доставки, ризики та місце призначення, компанія може підтвердити доставку, передати замовлення іншому філіалу або партнеру, а також вирішувати виникаючі проблеми.

Щодо програмного забезпечення для організації роботи офісу транспортної компанії, існує кілька варіантів для управління базами даних, що забезпечують централізоване зберігання і доступ до даних, гарантують їх цілісність та безпеку [3].

Одним із таких рішень є MySQL — популярна реляційна система управління базами даних з відкритим кодом, яка широко використовується у

веб-додатках і комерційних продуктах. Іншим варіантом є SQLite — вбудована база даних, що не потребує окремого сервера для налаштування та використовується безпосередньо додатками [3].

Microsoft Access — це система управління базами даних, що є частиною пакету Microsoft Office, і призначена для створення та адміністрування реляційних баз даних. Access поєднує в собі інтерфейс для розробки додатків та потужний механізм управління даними. Нижче наведено кілька з найбільш популярних систем управління базами даних у світі [3].

MongoDB — це документно-орієнтована система управління базами даних, яка працює з неструктурованими даними. Вона зберігає дані у форматі BSON, що дозволяє гнучко працювати з динамічними схемами [3].

Для вибору програмного забезпечення, яке забезпечує необхідні функції, використовуємо метод експертних оцінок (таб. 1) [4-5].

Таблиця 1 Метод експертних оцінок для вибору програмного забезпечення

Програмне забезпечення	Експерт №1	Експерт №2	Експерт №3	Експерт №4	Сума
MySQL	2	1	2	0	5
SQLite	1	1	0	0	2
Microsoft Access	2	2	4	3	11
MongoDB	2	0	1	3	6

Після аналізу різного програмного забезпечення було прийнято рішення, що оптимальним вибором є Microsoft Access. Причини цього рішення — доступність програми, її розширена функціональність, інтеграція з Office та потужні інструменти для розробки.

Використання CRM-систем та ефективного програмного забезпечення для управління базами даних дозволяє логістичним компаніям не лише покращувати рівень обслуговування клієнтів, але й оптимізувати внутрішні процеси. Це сприяє підвищенню

прибутковості бізнесу та забезпечує конкурентні переваги в умовах змінного ринкового середовища.

Список використаних джерел

1. Транспортна логістика: особливості та проблеми. URL: https://wareteka.com.ua/blog/chto-takoe-transportnaya-logistika/#pll_switcher (дата звернення: 14.03.2024).
2. Автоматизація транспортної логістики та керування перевезеннями. URL: <https://wezom.com.ua/ua/blog/avtomatizaciya-transportnoj-logistiki> (дата звернення: 15.03.2024).
3. Системи керування базами даних. URL: <https://www.miyklas.com.ua/p/informatica/9-klas/bazi-danikh-sistemi-keruvannia-bazami-danikh-361840/sistemi-keruvannia-bazami-danikh-352450/re-b0f14256-7ac2-4823-9f53-656061b85eaa> (дата звернення: 15.04.2024).
4. С.А. Ус, Л.С. Коряшкіна: Моделі й методи прийняття рішень. URL: [https://sau.nmu.org.ua/ua/osvita/metod/Models_and_decision-making_techniques\(Us_Koryashkina\)_NMU_SAU.pdf](https://sau.nmu.org.ua/ua/osvita/metod/Models_and_decision-making_techniques(Us_Koryashkina)_NMU_SAU.pdf) (дата звернення: 27.04.2024).
5. Нефьодов Л.І., Кононихін О.С., Бондаренко М.О. Модель вибору програмного забезпечення для оцінки мобільних додатків, коли критерії задані інтервальними значеннями «Наука і техніка сьогодні» - No 14(14) 2022. С. 345-357

УДК 004

ІНТЕГРАЦІЯ КАТАЛОГУ ДОРОЖНЬО-БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В СИСТЕМУ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ

Кононихін О.С, Мірошніченко Д.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Автоматизація управління запасами є одним з ключових завдань для сучасної промисловості. З розвитком технологій та збільшенням обсягу даних компанії мають потребу в оперативному та ефективному управлінні ресурсами для стабільного виробничого процесу [1]. Ручні методи управління часто не встигають за швидкими змінами потреб, що може призводити до надмірних запасів або нестачі, створюючи додаткові витрати і затримки [2]. Автоматизована система управління запасами допомагає оптимізувати використання ресурсів, знижувати ризики, пов'язані з нестачею або надлишком матеріалів, а також підвищує загальну ефективність роботи підприємства.

Основні функції системи управління запасами такі:

- модуль управління запасами. Система дозволяє контролювати рівень запасів, відстежувати переміщення матеріалів на складі та створювати автоматичні нагадування для поповнення до заданого рівня [3]. Додаток підтримує управління на основі обраних параметрів, таких як кількість, дата постачання та термін зберігання, що дозволяє забезпечити ефективність і зниження витрат [4];

- каталог дорожньо-будівельної техніки. Цей модуль дає можливість доступу до деталізованого каталогу техніки, дозволяючи користувачам легко знайти та відфільтрувати доступні одиниці за типом, характеристиками, ціною та іншими параметрами [5];

- інтеграція аналітичних інструментів. Вебдодаток може бути інтегрований з аналітичними інструментами, що дозволяє менеджерам

проводити аналіз даних про використання ресурсів та оцінювати ефективність управління запасами [6];

- зручний інтерфейс користувача. Інтерфейс вебдодатку розроблений для різних категорій користувачів. Система пропонує можливість налаштування під конкретні потреби компанії та підтримує різні рівні доступу, що забезпечує безпеку даних [7].

Мета роботи – підвищення ефективності системи управління запасами за рахунок створення вебдодатку з інтеграцією каталогу дорожньо-будівельної техніки.

Розробка вебдодатку для управління запасами передбачає впровадження елементів машинного навчання для точнішого прогнозування попиту та інтеграцію з IoT-пристроями для автоматизованого моніторингу рівня запасів у реальному часі, що забезпечить більш ефективне управління ресурсами та точніше планування виробничих процесів. Моделі машинного навчання аналізують історичні дані та поточні показники, враховуючи такі фактори, як сезонність, зміни в попиті та коливання цін на сировину, що дозволяє завчасно поповнювати запаси та мінімізувати ризик дефіциту чи перевиробництва.

Створення вебдодатку з інтеграцією каталогу дорожньо-будівельної техніки значно підвищить ефективність системи управління запасами в декількох аспектах. По-перше, завдяки централізованому доступу до каталогу техніки користувачі зможуть швидко отримувати актуальну інформацію про доступність необхідних одиниць, їх характеристики, місцезнаходження, а також прогнозувати потребу в техніці для виконання майбутніх проєктів. Це сприятиме швидкому прийняттю рішень щодо планування використання ресурсів та їх переміщення між об'єктами.

По-друге, інтеграція каталогу в вебдодаток дозволить зменшити затримки, пов'язані з пошуком і бронюванням техніки, що зменшить ймовірність збоїв через нестачу ресурсів або надмірні витрати на їх оренду.

Крім того, об'єднання даних про наявність техніки з даними щодо споживання ресурсів дозволить застосувати алгоритми машинного навчання для прогнозування потреб у запасах запчастин та витратних матеріалів, що забезпечить їх своєчасне поповнення. Це підвищить ефективність управління запасами, оскільки попит буде враховувати не тільки типові робочі процеси, а й специфічні потреби кожного проєкту, що покращить як фінансову, так і операційну ефективність організації.

Висновок: Впровадження автоматизованої системи управління запасами з інтегрованим каталогом дорожньо-будівельної техніки значно підвищить ефективність роботи компанії, зменшуючи витрати та покращуючи обслуговування клієнтів. Система допоможе компаніям швидко реагувати на зміну потреб у ресурсах, забезпечує безперебійність виробничих процесів та покращує управління запасами. Розширення можливостей додатку завдяки штучному інтелекту та IoT відкриває нові можливості для підвищення ефективності виробничих і логістичних процесів.

Список літератури:

1. Воробей, В. П., & Литвиненко, О. В. (2020). Автоматизація виробничих процесів: методологія та практика. Київ: КНТЕУ.
2. Мельник, Л. Г., & Полякова, Є. О. (2019). Системи управління виробництвом: автоматизація та інтеграція. Харків: ХНЕУ.
3. Бичков, О. М. (2018). Інформаційні системи управління на підприємствах. Київ: Центр учбової літератури.
4. Захарченко, О. А., & Куліш, О. М. (2019). Автоматизація обліку та управління виробничими ресурсами підприємства. Вісник економіки та управління, 3(12), 45-50.
5. Соколов, В. М., & Ковальчук, М. І. (2020). Інформаційні технології в управлінні логістичними системами. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка.

6. Семенюк, В. О. (2021). Технології та методи автоматизації виробництва в Україні. Науковий вісник НУБіП, 4(92), 74-82.
7. Кравченко, О. І. (2019). Інтеграція інформаційних систем у виробничих процесах. Економічна кібернетика, 5(1), 60-67.
8. Гуржій, А. М., & Литвиненко, Т. О. (2020). Інформаційні системи і технології у виробничій діяльності підприємства. Київ: Університет економіки і права

УДК 004

**АКТУАЛЬНІСТЬ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ ЗА
ДОТРИМАННЯМ СТРАХОВИХ ЗОБОВ'ЯЗЕНЬ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ
АВТОМОБІЛЬНИХ НОМЕРІВ**

Кононихін О.С., Спасьонов К.С.

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
Харків*

Розробка систем автоматизованого контролю за дотриманням страхових зобов'язань на основі аналізу автомобільних номерів є актуальною темою для забезпечення ефективності страхового ринку та дотримання правил дорожнього руху. Така система дозволяє не лише автоматизувати процеси перевірки, а й забезпечити прозорість у взаємодії між страховими компаніями, державними органами та власниками транспортних засобів. Автоматизація дозволяє виявляти порушення страхових зобов'язань у реальному часі, зменшуючи ризик шахрайства та підвищуючи довіру до автострахування. Розглянемо ключові проблеми, які вирішуються в межах цієї системи.

Перша проблема це вплив на безпеку дорожнього руху. Недійсні поліси або їх відсутність підвищують фінансові ризики для учасників ДТП та ускладнюють контроль за дотриманням страхового законодавства. Це негативно впливає на загальний рівень довіри до страхових компаній та може призвести до зростання кількості незастрахованих транспортних засобів на дорогах [1].

Другою важливою проблемою є складність та тривалість перевірки. Багато страхових компаній досі покладаються на ручний спосіб обробки та перевірки інформації про поліси, що збільшує ризик помилок, сповільнює робочі процеси та ускладнює взаємодію між компаніями та державними структурами. Автоматизація цих процесів могла б значно підвищити ефективність роботи та зменшити кількість помилок.

З другої проблеми виникає третя проблема це слабка автоматизація перевірки валідності. На сьогоднішній день лише деякі страхові компанії використовують автоматизовані системи для перевірки полісів. Це обмежує швидкість і масштабність перевірок, особливо під час масових перевірок транспортних засобів. Впровадження сучасних технологій, таких як OCR (Optical Character Recognition) та машинне навчання, могло б значно покращити цей процес.

Четверта проблема – фрагментованість баз даних. Дані про страхові поліси часто зберігаються в різних базах страхових компаній, що ускладнює їх інтеграцію та доступ до актуальної інформації в реальному часі. Відсутність централізованої системи для об'єднання цих даних створює додаткові труднощі під час перевірки валідності полісів, особливо коли транспортний засіб застрахований у різних компаніях у різний час. Ця фрагментованість також ускладнює виявлення шахрайства, оскільки неможливо оперативно перевірити історію страхових договорів.

П'ята проблема – складність реагування в реальному часі. У більшості випадків порушення виявляються із затримкою, коли транспортний засіб уже потрапив у ДТП або порушив правила дорожнього руху. Це пов'язано з тим, що існуючі системи часто не здатні проводити перевірку в реальному часі. Відсутність можливості оперативної реакції ускладнює контроль за дотриманням страхових зобов'язань і знижує ефективність використання ресурсів правоохоронних органів.

Завдяки впровадженню сучасних технологій, таких як машинне навчання та OCR, які значно прискорюють процес перевірки полісів, автоматизуючи аналіз даних і виявлення шахрайства. Створення єдиної інтегрованої платформи для централізованого доступу до даних страхових компаній дозволить забезпечити актуальність інформації та ефективність перевірок у реальному часі. Це не лише сприятиме прозорості страхового ринку, а й зменшить фінансові ризики, підвищить довіру до системи автострахування та дозволить швидше виявляти порушення. Додатково,

вдосконалення нормативно-правової бази стане важливим фактором для комплексного контролю та інтеграції таких рішень у практику, забезпечуючи належне виконання страхових зобов'язань та покращуючи безпеку дорожнього руху.

Мета роботи – підвищити швидкість перевірки страхових полюсів за рахунок розробки системи автоматизованого контролю за дотриманням страхових зобов'язань на основі аналізу автомобільних номерів.

Для реалізації прикладу використовується мова програмування Python, яка пропонує широкий спектр бібліотек і інструментів для розробки автоматизованих систем. Завдяки своїй простоті, багатофункціональності та активній спільноті Python став одним із найкращих виборів для задач розпізнавання та аналізу даних. Наприклад, для розпізнавання номерних знаків можна застосувати бібліотеки OpenCV для обробки зображень і відео, EasyOCR або Tesseract OCR для зчитування тексту [1-4].

Також, якщо потрібно більш точне розпізнавання номерних знаків, Python дозволяє інтегрувати глибокі нейронні мережі, наприклад, за допомогою бібліотек TensorFlow або PyTorch, для побудови власної моделі, яка може виділяти номерний знак із загального зображення транспортного засобу. Такі системи дозволяють проводити розпізнавання в реальному часі, обробляючи відеопотік з камер.

Література

1. Страхування авто в Україні - що зміниться та скільки коштує зараз.
URL: <http://surl.li/ncakry>
2. OpenCV OCR і розпізнавання тексту за допомогою Tesseract. URL:
[OpenCV OCR and text recognition with Tesseract - PyImageSearch](#)
3. Оптичне розпізнавання символів за допомогою TensorFlow. URL:
[Optical Character Recognition using TensorFlow - GeeksforGeeks](#)
4. Розпізнавання тексту із зображень за допомогою OpenCV і EasyOCR.
URL: [How to Extract Text from Images in Python using OpenCV and EasyOCR – Be on the Right Side of Change](#)

УДК 004

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІНТЕГРАЦІЇ RTK-НАВІГАЦІЇ В АСФАЛЬТОУКЛАДАЧАХ CATERPILLAR, VÖGELE ТА DYNAPAC

Кудінов Є.О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Сучасне будівництво та ремонт дорожніх покриттів вимагає високої точності укладання асфальту для забезпечення якості й довговічності. Однією з найважливіших технологій, яка допомагає досягти цього, є RTK-навігація (Real-Time Kinematic) — високоточна система позиціонування, яка дозволяє асфальтоукладачам працювати з мінімальними відхиленнями. Виробники асфальтоукладацької техніки впроваджують різні підходи до інтеграції RTK-навігації в свої моделі.

RTK-навігація є методом корекції GPS-сигналу, що дозволяє досягати сантиметрової точності у реальному часі, порівняно зі звичайною точністю GPS у кілька метрів. У випадку з асфальтоукладачами, RTK-система використовується для контролю траєкторії руху, підтримання заданої товщини та рівномірності укладання асфальту. Така точність особливо важлива на складних ділянках доріг, де навіть невеликі відхилення можуть призвести до порушення якості покриття. Розглянемо особливості RTK-систем у асфальтоукладачах кількох провідних виробників: Caterpillar, Vögele та Dynapac.

Асфальтоукладачі Caterpillar оснащуються RTK-навігацією, яка інтегрується з системою Cat Grade Control [1]. Ця система надає змогу автоматично регулювати товщину укладання залежно від проектного профілю. Caterpillar також використовує технологію AccuGrade, яка базується на RTK і дозволяє працювати з точністю до 2-3 см. За допомогою RTK-сигналу асфальтоукладач отримує точні координати свого місцезнаходження від базових станцій, що дозволяє уникнути похибок у визначенні висоти. Система виконує автоматичні коригування під час руху

асфальтоукладача, підтримуючи задану висоту та нахил покриття. Це знижує необхідність ручного управління та залежність від людського фактора.

Відображення параметрів укладання на дисплеї для контролю оператором дозволяє швидко налаштовувати параметри через інтерфейс Cat Grade Control. RTK-навігація інтегрується з іншими системами Caterpillar для повного контролю процесу [2].

Завдяки RTK-навігації досягається висока точність укладання (до 2 см). А легке налаштування та інтуїтивний інтерфейс робить систему зручною у використанні для операторів будь-якого рівня досвіду.

Німецький виробник Vögele, відомий своєю серією асфальтоукладачів SUPER, пропонує RTK-навігацію у поєднанні з власною системою 3D-Nivellier Automatik, яка використовує поєднання RTK-навігації та лазерних сенсорів для точної орієнтації асфальтоукладача відповідно до проектного профілю дороги [3]. RTK-навігація забезпечує точне позиціонування машини з сантиметровою точністю, але якщо сигнал стає нестабільним або недоступним, система автоматично переключається на лазерні сенсори. Це дозволяє 3D-Nivellier Automatik підтримувати стабільну роботу навіть у зонах зі слабким супутниковим сигналом (наприклад, у тунелях або під мостами), що корисно для міських умов. Також система синхронізується з 3D-планом проекту, що дозволяє автоматично адаптувати налаштування укладання відповідно до рельєфу дороги

Завдяки роботі як у RTK-режимі, так і з лазерними датчиками, 3D-Nivellier Automatik досягає високої стабільності та можливості корекції траєкторії в реальному часі.

З цих особливостей витікають переваги у вигляді адаптації для роботи в складних умовах та підтримки гнучкого налаштування RTK і лазерних параметрів.

Але для максимальної ефективності система потребує якісного та детального 3D-плану дороги, який може бути трудомістким та витратним у створенні [4].

Дунарас пропонує асфальтоукладачі, що використовують RTK-навігацію разом із системою Precision Paving [5]. Вона використовує RTK-навігацію для позиціонування асфальтоукладача з сантиметровою точністю. RTK-сигнал надходить від базових станцій, що дозволяє визначати точне положення машини та керувати параметрами укладання асфальту відповідно до проектних вимог. Precision Paving також контролює подачу матеріалу й адаптує швидкість укладання для забезпечення рівномірної товщини покриття на кожному етапі. Це дозволяє досягати високої якості поверхні навіть на складних ділянках доріг із численними поворотами та ухилами.

Precision Paving дозволяє оператору відстежувати усі дані у реальному часі. Використання RTK-сигналу для точного позиціонування дозволяє дотримуватися сантиметрової точності на складних ділянках. Також RTK-навігація інтегрована з системою контролю подачі матеріалу, що дозволяє контролювати швидкість укладання, щоб уникнути перевитрати матеріалу та забезпечити точне дотримання проектного профілю [6].

Таблиця 1 - Порівняння основних параметрів систем з RTK-навігацією

Виробник	Система	Точність	Основні особливості	Рекомендовані умови застосування
Caterpillar	Cat Grade Control	До 2-3 см	Просте налаштування, автоматична корекція	Рівні ділянки без складного рельєфу
Vögele	3D-Nivellier Automatik	До 2 см	Підтримка лазерних сенсорів	Складний рельєф, міські зони
Дунарас	Precision Paving	До 2 см	Контроль подачі асфальту, висока точність	Ділянки з численними поворотами, складний рельєф

Але у разі нестабільного RTK-сигналу точність роботи може знижуватися, особливо на ділянках із поганим покриттям супутниковим зв'язком.

Вибір асфальтоукладача з RTK-навігацією залежить від типу проекту, складності ділянок та умов роботи, проте всі ці виробники пропонують інструменти для підвищення якості та точності укладання асфальту.

Література:

1. ACCUGRADE® GRADE CONTROL SYSTEM. Дата звернення: 2 листоп. 2024. [Онлайн]. Доступно: https://www.cat.com/en_ID/support/technology/earth-moving-solutions/accugrade-grade-control-system.html
2. Retscher, G., & Mok, E. (2002). GPS navigation and guidance systems for construction industry. In *Advances in Building Technology* (pp. 1645-1652). Elsevier.
3. “Road pavers | Vögele”. Home | Wirtgen Group. Дата звернення: 2 листоп. 2024. [Он-лайн]. Доступно: <https://www.wirtgen-group.com/ocs/en-ua/voegele/road-pavers-50-c/>.
4. Wasle, E., Berglez, P., Seybold, J., Ligier, A., Urquijo, S., & Euler, H. J. (2011, September). High-precision positioning of asphalt fleet machines. In *Proceedings of the 24th International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation (ION GNSS 2011)* (pp. 2167-2174).
5. “ТЕХНІЧНА ДОКУМЕНТАЦІЯ”. Dynapac - Road Construction Equipment. Дата звернення: 2 листоп. 2024. [Онлайн]. Доступно: <https://dynapac.com/ru/my-dynapac/tools/dynadocweb-free>.
6. Raza, S., Al-Kaisy, A., Teixeira, R., & Meyer, B. (2022). GNSS-RTN Role in Transportation Applications: An Outlook. In *International Conference on Transportation and Development 2022* (pp. 182-195).

УДК 004

МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПОШУКОВОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИБОРУ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ЗАСОБІВ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Купцова А.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Мультимедійні навчальні технології відносяться до процесу побудови розумового уявлення зі слів і зображень у різних контекстах. Вони призначені для підтримки навчального процесу за допомогою інструментів, які можна використовувати в презентаціях, навчанні в аудиторії, електронному навчанні, дозволяючи учням отримувати і засвоювати інформацію як у вербальній, так і в графічній формах.

Неможливо переоцінити важливість мультимедійних технологій і додатків в освіті як засобу викладання чи навчання. Це було підтверджено кількома дослідженнями, які визначали вплив мультимедійних технологій на систему освіти. Таку оцінку зробили М. Milovanovic, J. Obradovic, A. Milajic у 2013 році, які використовували експериментальну та контрольну групи для оцінки впливу навчання групи студентів університету за допомогою мультимедіа. Дослідження продемонстрували важливість використання мультимедійних засобів на уроках математики та виявили, що мультимедійні засоби значно покращують навчання учнів [1].

Існує велика кількість технічних мультимедійних засобів, що відрізняються за багатьма параметрами, і щоб зробити раціональний вибір, потрібно використовувати інформаційну систему, яка дозволить автоматизувати процес вибору технічних засобів, знизити ризик помилок та підвищити загальну продуктивність [2].

Навчальні заклади часто обмежені бюджетом, тому необхідно знайти оптимальне співвідношення ціни та якості. Це вимагає ретельного аналізу та порівняння всіх доступних варіантів. Реалізацією такої системи може бути розробка інформаційної системи, що включає інформацію про всі доступні

типи мультимедійного обладнання, їх технічні характеристики, ціни та постачальників.

Інформаційна система надаватиме учням, педагогам та адміністрації навчального закладу зрозумілу та точну інформацію про різні мультимедійні системи, які можуть бути використані з освітньою метою, що значно полегшить навчальний процес.

Для розробки цієї системи необхідно було обрати відповідне програмне середовище серед систем управління базами даних. Було враховано, що MySQL є однією з найпоширеніших систем керування реляційними базами даних з відкритим кодом у світі. З загальним розповсюдженням понад 100 мільйонів примірників по всьому світу це програмне забезпечення стало першим вибором для великих корпорацій з управління даними, що охоплюють широкий спектр інтернет-технологій [3].

MySQL є оптимальним вибором для вирішення поставленої задачі. По-перше, його висока швидкість та продуктивність особливо виявляються при виконанні операцій створення таблиць та запитів, де потрібна швидка обробка даних та стабільна робота під високим навантаженням.

По-друге, MySQL легко встановити та налаштувати, що дозволяє швидко приступити до роботи навіть із мінімальними технічними знаннями. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для адміністрування спрощує управління базами даних та підвищує ефективність роботи [4].

Крім того, MySQL має вільну ліцензію, що дозволяє використовувати його без фінансових витрат. Наявність великої кількості навчальної інформації та матеріалів українською мовою спрощує процес освоєння системи та підвищує доступність знань.

Таким чином, завдяки своїй продуктивності, простоті використання, фінансовій доступності та наявності навчальних ресурсів українською мовою, MySQL стає ідеальним варіантом для створення інформаційної системи вибору мультимедійних пристроїв.

ER модель інформаційної системи, що створена в середовищі MySQL Workbench приведена на рисунку 1, містить найпоширеніші технічні засоби для мультимедійних класів, такі як проектори, інтерактивні дошки, акустичні системи та інтерактивні панелі, а також виробників та постачальників даного обладнання.

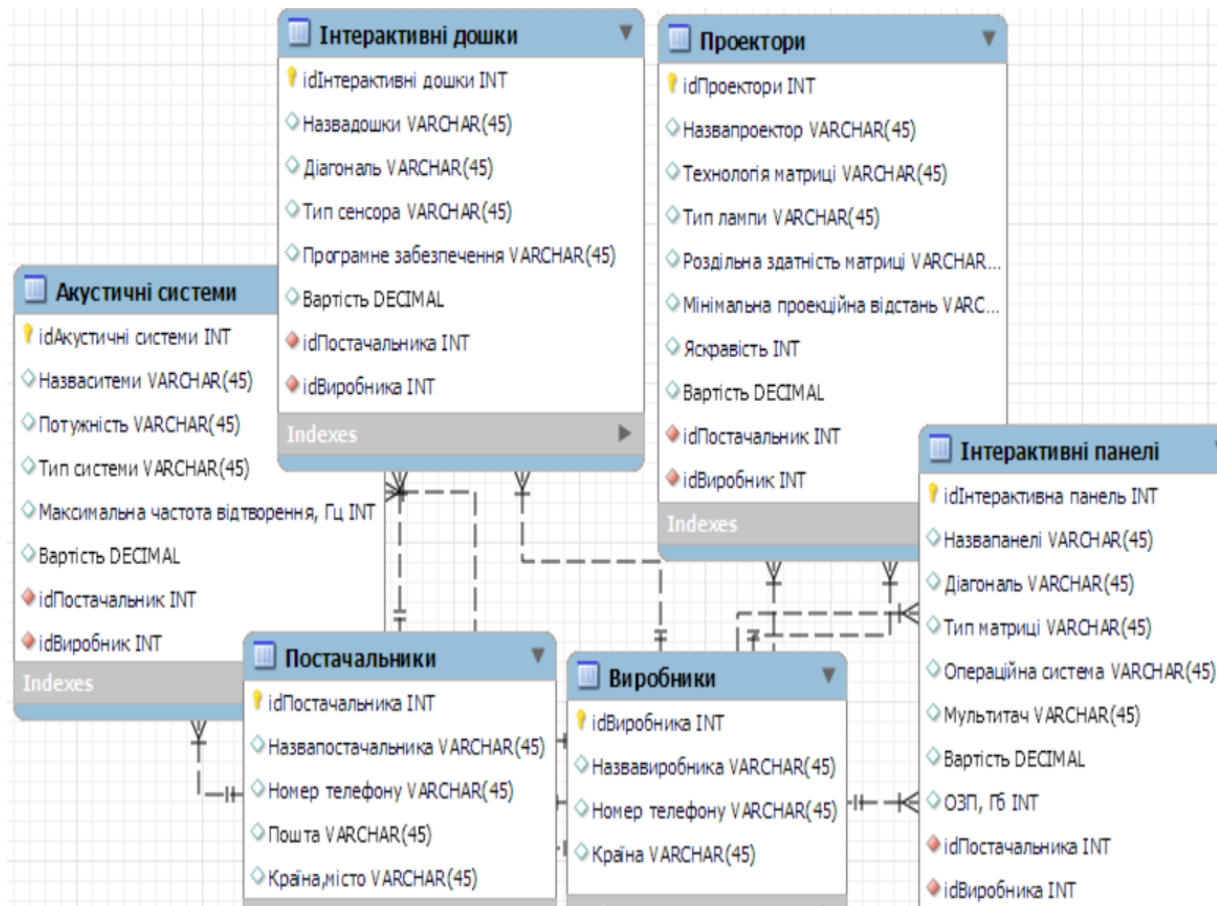


Рисунок 1 – ER модель інформаційної системи

Використання інформаційної пошукової системи надаватиме низку переваг:

- Економія часу: Автоматизований процес пошуку дозволяє швидко знаходити потрібні засоби;
- Зменшення ризику помилок: Система забезпечує точність вибору завдяки чітко визначеним параметрам;
- Покращення якості освіти: Правильний вибір технічних засобів сприяє інтерактивності та залученню учнів до навчального процесу [5].

Інформаційна пошукова система на базі розробленої моделі орієнтована на збереження даних щодо великої кількості мультимедійних пристроїв з детальним описом технічних характеристик та функціональних можливостей, та надання користувачам можливостей налаштування пошуку за такими критеріями, як ціна, бренд, тип пристрою, технічні характеристики тощо.

Отже, система вибору технічних мультимедійних засобів на базі запропонованої моделі надаватиме освітнім установам конкурентні переваги, підвищуючи рівень знань та навичок учасників навчального процесу, забезпечуючи їм доступ до сучасних технологій навчання.

Література:

1. Multimedia tools in the learning processes [Он-лайн]. Доступно: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7644889/#bib57>
2. Вплив мультимедійних технологій на навчання [Он-лайн]. Доступно: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/555887.pdf>
3. Реляційні системи управління базами даних [Он-лайн]. Доступно: <https://azure.microsoft.com/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-a-relational-database>
4. Система управління базами даних MySQL [Он-лайн]. Доступно: <https://www.britannica.com/topic/MySQL>
5. Переваги систем управління базами даних [Он-лайн]. Доступно: <https://aws.amazon.com/relational-database>

УДК 004.7

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИБОРУ СЕРВЕРІВ ДЛЯ СИСТЕМИ СУПУТНИКОВОГО МОНІТОРИНГУ АВТОТРАНСПОРТУ

Малік Д.О., Сердюк О.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Один із ключових викликів у розробці систем супутникового моніторингу автотранспорту – це вибір серверів, здатних забезпечити високу продуктивність та надійність у роботі. Для обробки великих обсягів даних, зокрема в режимі реального часу, необхідні сервери з потужними обчислювальними ресурсами: високопродуктивними процесорами, значним обсягом оперативної пам'яті та швидкісними мережевими інтерфейсами [1].

Транспортні системи генерують масиви інформації, які потребують ефективного зберігання та швидкої передачі. Вибір серверів із надійною архітектурою для зберігання даних та високою пропускну здатністю мережових з'єднань є критично важливим для забезпечення стабільної роботи системи моніторингу [2].

Сучасні вимоги до енергоефективності та екологічності також відіграють значну роль. Сервери повинні споживати мінімальну кількість енергії, мати ефективні системи охолодження та підтримувати низькі експлуатаційні витрати, що особливо важливо з огляду на довготривале використання таких систем.

Динаміка транспортних мереж вимагає масштабованості серверної архітектури, що дозволяє швидко адаптуватися до змін у попиті чи додаткових вимог системи. Гнучкість у проєктуванні серверів забезпечує стійкість системи до зростання навантажень та її розвиток у перспективі.

Окрему увагу необхідно приділити безпеці даних, враховуючи постійно зростаючу кількість кіберзагроз. Сервери повинні бути оснащені сучасними засобами захисту, такими як шифрування даних, багаторівнева

автентифікація та захист від атак, що гарантує збереження конфіденційності інформації [3].

Таким чином, інформаційна технологія вибору серверів для систем супутникового моніторингу автотранспорту охоплює широкий спектр параметрів, які забезпечують продуктивність, надійність, безпеку та екологічність таких систем.

Метою роботи є зниження витрат на придбання серверного обладнання за рахунок розробки інформаційної технології вибору серверів для систем супутникового моніторингу автотранспорту.

Розробка інформаційної технології вибору серверів для систем супутникового моніторингу автотранспорту включає кілька ключових етапів, що забезпечують ефективність, продуктивність та відповідність сучасним вимогам.

На першому етапі визначаються ключові вимоги до програмного забезпечення серверів дата-центру. Ці вимоги враховують специфіку обробки транспортних даних, необхідність роботи в реальному часі, забезпечення масштабованості, а також високу енергоефективність і безпеку.

Для оптимізації вибору серверів використовується багаторівневий підхід.

Визначення основного завдання – оптимізація логістичних процесів через вибір серверів, що відповідають заданим критеріям.

Розбиття основного завдання на підзадачі за допомогою методів прийняття рішень в умовах невизначеності та нечіткої інформації [4-6].

Збір і аналіз даних про ринок серверів, їх технічні характеристики та рейтинги.

Встановлення правил для автоматичного відсіювання альтернатив, які не відповідають критеріям.

Розробка моделі вибору серверів для систем супутникового моніторингу автотранспорту включає визначення критеріїв вибору та їх вагомості.

Вибір оптимального серверного рішення здійснюється за допомогою методів багатокритеріальної дискретної оптимізації.

На завершальному етапі проводиться валідація обраного рішення.

Цей комплексний підхід дозволяє забезпечити вибір серверів, які максимально відповідають потребам систем супутникового моніторингу автотранспорту, підтримуючи продуктивність, надійність та адаптивність системи.

Список літератури

1. Berthelin F., Degond P., Le Blanc V., Moutari S., Rascle M., Royer J. A traffic-flow model with constraints for the modeling of traffic jams. *Mathematical Models and Methods in Applied Sciences*. 2008. 18(SUPPL.). 1269–1298. DOI: <https://doi.org/10.1142/S0218202508003030> Крикавський
2. Дмитриченко М.Ф., Кельман І.І., Вільковський Е.К. та ін. Загальний курс транспорту: Підручник.-Львів, 2011.- 524 с Крикавський Є.В. Логістика. Основи теорії. Підручник – Львів: Національний університет “Львівська політехніка” (Інформаційно-видавничий центр “ІНТЕЛЕКТ+” Інститут післядипломної освіти), Інтелект-Захід, 2004. – 416 с.
3. Полякова О.М. Кластерний підхід до формування інтегрованої транспортно-логістичної системи [Електронний ресурс] / О.М. Полякова. — 2014. — Режим доступу: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21608895>
4. Вітлінський В.В. Алгоритм підтримки процесів прийняття рішень на базі нечітких оцінок // *Машинна обробка інформації*. – К.: КДЕУ, 1995. – Вип.56. – С.99 – 106.
5. Волошин О.Ф, Мащенко С.О. Моделі та методи прийняття рішень: навч. посібник для студ. вищ. навч. закл. – К.: Видавничополіграфічний центр «Київський університет», 2010. – 336 с.

6. Кононихін О.С., Бондаренко М.О., Мухін М.Я. Модель вибору технічного забезпечення ідентифікації людини в умовах нечіткої інформації // «Наука і техніка сьогодні» - No 13(13) 2022. С. 441-452

УДК 004.7

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ПРОЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Моїсєєнко Р.С.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

У сучасному світі комп'ютерні мережі є основою функціонування більшості організацій та інфраструктур. Від бізнесу та банківських систем до освітніх та наукових установ – всі покладаються на ефективну і стабільну роботу мереж для передачі даних. З розвитком технологій та зростанням кількості підключених пристроїв, вимоги до мережевої інфраструктури постійно зростають. Це породжує нові виклики у сфері проектування мереж, які стають дедалі складнішими.

З іншого боку, розвиток штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання (ML) приніс революційні зміни у багатьох галузях, включаючи ІТ та телекомунікації. ШІ дозволяє автоматизувати процеси, які раніше вимагали значних людських ресурсів, що робить його надзвичайно ефективним інструментом у проектуванні комп'ютерних мереж. Використання штучного інтелекту може забезпечити створення мереж, що адаптуються до змін, автоматично вирішують проблеми та забезпечують високу продуктивність навіть в умовах інтенсивного трафіку та великої кількості користувачів.

Автоматизоване планування мереж за допомогою штучного інтелекту дозволяє значно скоротити час та людські ресурси, необхідні для розробки мережевої топології. ШІ-системи використовують алгоритми машинного навчання для автоматизації процесів вибору маршрутизації, розподілу ресурсів та створення надійної мережевої інфраструктури. Одним з найяскравіших прикладів таких технологій є система Google B4, яка використовує ШІ для оптимізації глобальної мережі компанії, дозволяючи

ефективно керувати потоками трафіку на глобальному рівні. Такий підхід знижує ризики людських помилок та підвищує стійкість до збоїв, що особливо важливо для великих компаній і організацій [1].

Інтелектуальні алгоритми маршрутизації є важливою складовою оптимізації трафіку в комп'ютерних мережах. Використовуючи ШІ, мережі можуть самостійно аналізувати поточний стан трафіку, знаходити можливі вузькі місця та автоматично визначати найоптимальніші маршрути для передачі даних. Це особливо важливо в умовах великого навантаження на мережу, коли затримки можуть мати критичний вплив на продуктивність систем. Інтелектуальні алгоритми, такі як reinforcement learning (навчання з підкріпленням), дозволяють мережам самонавчатися і постійно покращувати свої рішення щодо маршрутизації [2].

Штучний інтелект грає важливу роль у забезпеченні безпеки комп'ютерних мереж. Використовуючи алгоритми машинного навчання, системи кібербезпеки здатні аналізувати величезні обсяги мережевого трафіку та виявляти аномалії, які можуть свідчити про потенційні загрози, такі як хакерські атаки або витік даних. Однією з ключових переваг використання ШІ в цьому контексті є його здатність виявляти нові, ще невідомі загрози, з якими традиційні методи не можуть впоратися. Наприклад, система може навчатися на основі минулих атак і прогнозувати майбутні загрози, що дозволяє оперативно реагувати на кіберінциденти [3].

Один з найперспективніших напрямів використання ШІ в проектуванні комп'ютерних мереж – це самонавчальні системи. Використовуючи дані про минулу роботу мережі, такі системи здатні автоматично налаштовувати свої параметри для покращення продуктивності та адаптації до змін у навантаженні. Наприклад, система може динамічно змінювати пропускну здатність окремих каналів або розподіляти ресурси між різними мережевими сегментами залежно від потреб у реальному часі. Це дозволяє мережам функціонувати більш ефективно та зменшує потребу у постійному ручному втручанні інженерів [4].

Хоча використання штучного інтелекту має величезний потенціал у сфері проектування комп'ютерних мереж, його впровадження не є безпроблемним. Одна з основних труднощів полягає в необхідності великих обсягів даних для навчання моделей ШІ. Комп'ютерні мережі мають складну структуру, і для створення ефективних алгоритмів ШІ потрібні детальні й точні дані про роботу мережі, що не завжди може бути доступним або легко збирається [5].

Крім того, процес навчання моделей ШІ є складним і тривалим. Висока точність таких моделей вимагає тривалого періоду тренування та тестування, щоб зменшити ймовірність помилок. Це може вимагати значних ресурсів, включаючи потужне обладнання та високооплачуваних фахівців, що є значною перешкодою для невеликих компаній [6].

Ще одним викликом є питання етики та конфіденційності. Використання великих обсягів даних для навчання ШІ може призводити до ризиків витоку інформації або неправильного використання даних. Керування цими аспектами вимагає належної регуляції та контролю за використанням технологій штучного інтелекту в критично важливих мережах [6-8].

Незважаючи на труднощі, перспективи використання штучного інтелекту в мережевих технологіях вражають. По мірі розвитку технологій, таких як Інтернет речей (IoT) та 5G, потреба в автоматизації процесів мережевого управління буде тільки зростати. ШІ дозволяє створювати самонавчальні мережі, які зможуть реагувати на зміни у режимі реального часу, що є критично важливим для інфраструктур з великим навантаженням.

Перспективи також лежать у розширенні масштабованості мережевих рішень за допомогою ШІ. Величезна кількість підключених пристроїв у майбутньому, зокрема з розвитком IoT, вимагатиме від мереж більшої гнучкості та адаптивності, що ШІ здатен забезпечити [7].

Штучний інтелект відкриває нові горизонти у сфері проектування комп'ютерних мереж. Застосування ШІ дозволяє створювати автоматизовані та самонавчальні системи, які можуть адаптуватися до нових умов,

оптимізувати трафік, забезпечувати високий рівень безпеки та знижувати людські помилки. Проте для того, щоб повністю реалізувати потенціал ШІ, необхідно вирішити низку технічних, етичних та регуляторних викликів.

Список літератури

1. Bai, X., Wang, W., & Chen, J. (2020). *Artificial Intelligence in Network Design and Management: A Review*. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 22(4), 2864-2895.
2. Krause, F., and Holtkamp, A. (2021). *AI-Driven Network Optimization for Large-Scale Infrastructures*. Journal of Network and Systems Management, 29(2), 547-562.
3. Li, X., & Shen, Z. (2019). *Machine Learning in Cybersecurity: Detecting and Preventing Threats in Network Systems*. ACM Computing Surveys, 51(5), 89-116.
4. Srinivasan, K., & Patel, M. (2020). *Self-Learning Networks: A New Frontier in AI and Networking Technologies*. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 11(3), 112-124.
5. Tang, T., & Lee, S. (2022). *AI and Quantum Computing for Next-Generation Network Design*. IEEE Transactions on Network and Service Management, 19(1), 203-221.
6. Kumar, P., & Ray, P. (2019). *AI-Enhanced Network Design: Towards Efficient and Scalable Solutions for IoT Infrastructures*. Sensors, 19(16), 3453.
7. Gupta, A., & Saxena, N. (2020). *Security and Privacy Challenges in AI-Driven Networks: A Survey*. IEEE Internet of Things Journal, 7(4), 3244-3258.
8. Кононихін О.С., Прачик В.А., Щепетільніков С.Ю. Модель вибору мережевого обладнання логістичного підприємства в умовах інтервальної інформації // «Наука і техніка сьогодні» (Серія «Техніка»): журнал. 2024. No 1(29) 2024. С. 718-726

УДК 004

МЕТОДИ ПРОГРАМНОГО МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ НА ЕЛЕВАТОРНОМУ КОМПЛЕКСІ

Піскарьов О.М., Мостовий А.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

Технічне обслуговування є ключовим фактором для ефективного функціонування агропромислових підприємств, включаючи комплекс заходів для підтримки справного стану обладнання, яке відповідає вимогам надійності, безпеки та продуктивності. В аграрному секторі своєчасне обслуговування є особливо важливим для запобігання поломкам і зниження ризику аварій, зважаючи на інтенсивні навантаження на техніку та вплив екстремальних умов експлуатації. Крім того, воно дозволяє зменшити час простоїв і втрати продуктивності в критичні сезонні періоди, що є важливим для уникнення втрат врожаю.

Економічні переваги також значні: своєчасний технічний огляд і заміна зношених компонентів допомагають уникнути дорогого капітального ремонту або повної заміни обладнання. Це підвищує довговічність техніки та дозволяє підприємствам ефективно управляти ресурсами. Більш того, технічне обслуговування сприяє екологічній стійкості, знижуючи потребу в частому оновленні обладнання.

Сучасні технології моніторингу, як-от датчики для відстеження стану техніки в режимі реального часу, значно підвищують ефективність управління обслуговуванням, дозволяючи виявляти зношення ще до того, як воно спричинить серйозні проблеми. Це допомагає знижувати витрати на ремонт і сприяє тривалому збереженню ефективності обладнання. Застосування таких технологій дозволяє аграрним підприємствам оперативніше реагувати на технічні потреби та знижувати витрати на екстрений ремонт. [1]

Програмний моніторинг технічного обслуговування є важливою складовою сучасних систем автоматизації в агропромисловості. Він забезпечує безперервний контроль стану обладнання, оптимізує процеси обслуговування та зменшує витрати на ремонт. Основні компоненти програмного моніторингу включають апаратне забезпечення (датчики та контролери), програмне забезпечення для збору та обробки даних, системи передачі даних (для надсилання інформації на центральний сервер або інше місце зберігання) і аналітичні інструменти для обробки та інтерпретації зібраних даних. Ці елементи разом забезпечують своєчасну діагностику та прогнозування технічного стану обладнання.

Дослідження показують, що інтелектуальні системи для моніторингу технічного стану можуть скоротити час простоїв обладнання до 50%. Впровадження передових технологій моніторингу та аналізу даних дозволяє скоротити експлуатаційні витрати на обслуговування обладнання до 25%. Такі показники є значними для елеваторних комплексів, де зниження витрат і продовження життєвого циклу обладнання забезпечують економічний ефект [2].

Основи побудови систем програмного моніторингу технічного обслуговування на елеваторному комплексі потребують використання спеціалізованих інструментів і технологій, які забезпечують максимальну автоматизацію процесу моніторингу, точність збору та аналізу інформації. В умовах постійно зростаючого обсягу обладнання та складності його структури ефективне технічне обслуговування стає невід'ємною складовою безпечної та надійної роботи елеваторного комплексу. Програмні інструменти для моніторингу допомагають досягти високого рівня надійності та своєчасності обслуговування обладнання, що сприяє зменшенню витрат на його ремонт та обслуговування, а також продовженню експлуатаційного ресурсу техніки. У процесі розробки системи програмного моніторингу в елеваторному комплексі важливо розглянути ключові технології та

інструменти, які дозволяють забезпечити максимально ефективне управління технічним станом обладнання.

Одним із найпоширеніших інструментів для побудови моніторингових систем є SCADA-системи (Supervisory Control and Data Acquisition), які дають можливість здійснювати централізований контроль за роботою обладнання в режимі реального часу. SCADA-системи забезпечують не лише безперервне відстеження параметрів роботи обладнання, але й надають можливості для їхньої візуалізації, що суттєво полегшує процес спостереження за станом обладнання. Завдяки таким системам стає можливим не лише відслідковувати поточні показники, але й накопичувати статистичні дані, що згодом можуть бути проаналізовані для виявлення закономірностей та можливих ознак зносу або несправності елементів обладнання. Важливим аспектом роботи SCADA-систем є їх здатність інтегруватися з іншими програмними модулями, такими як системи аналізу великих даних та штучного інтелекту, що суттєво розширює можливості моніторингу.

За наявними даними, системи дозволяють прискорити розробку нових рішень на 40%, що дозволяє швидше впроваджувати зміни та адаптувати систему до нових вимог. Крім того, завдяки покращенню процесу вирішення аварійних ситуацій, продуктивність підвищується на 35%, що знижує ризик простоїв. Також оператори витрачають на 80% менше часу на навігацію в системі, що дозволяє швидше реагувати на потенційні проблеми. Одночасно інженери можуть на 40% швидше ідентифікувати критичні дані, необхідні для оперативного прийняття рішень. Така ефективність значно підвищує загальну продуктивність і надійність обслуговування технічних систем. [3]

Крім SCADA-систем, важливою складовою моніторингової системи є технології Інтернету речей (IoT). Інтернет речей дозволяє інтегрувати численні датчики та сенсори з центральною системою моніторингу, що сприяє детальному відстеженню різних параметрів роботи елеваторного комплексу. Сучасне обладнання елеваторів може бути оснащене датчиками

температури, вологості, тиску, вібрації та інших параметрів, які мають вирішальне значення для визначення технічного стану механізмів. Завдяки технології IoT ці датчики передають інформацію у реальному часі до централізованої системи, що дозволяє вчасно виявляти будь-які відхилення від нормальних показників. Окрім цього, використання IoT дозволяє здійснювати зберігання великих обсягів історичних даних, що можуть бути використані для подальшого аналізу та побудови прогнозних моделей технічного обслуговування.

Застосування інноваційних рішень у моніторингових системах дозволяє адаптувати їх до конкретних особливостей підприємства, включно з масштабом комплексу, рівнем автоматизації та вимогами до безпеки. Це дає змогу оптимізувати не лише роботу обладнання, а й загальні витрати, роблячи обслуговування більш економічно обґрунтованим і ефективним. Інтеграція автоматизованих систем моніторингу на елеваторних комплексах є одним із стратегічних напрямків розвитку аграрних підприємств, адже забезпечує зменшення витрат і підвищення надійності роботи обладнання.

Література:

1. The Importance of Regular Maintenance for Agricultural Machinery [Електронний ресурс] – Режим доступу : <https://husfarm.com/article/the-importance-of-regular-maintenance-for-agricultural-machinery>, 2024
2. McKinsey & Company [Електронний ресурс] – Режим доступу : <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/establishing-the-right-analytics-based-maintenance-strategy>, 2021
3. GE Digital. [Електронний ресурс] – Режим доступу : <https://www.ge.com/digital/applications/hmi-scada>

УДК 681.52

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ НА ТВАРИННИЦЬКІЙ ФЕРМІ

Панчук О. В., Абраменко І. Г.

Харківський біотехнологічний університет, Харків

Тваринництво - ключова галузь агропромислового комплексу, що забезпечує населення продуктами харчування, сировиною для переробної промисловості та поєднується з рослинництвом у замкнуту біотехнологічну систему.

Ця галузь сільського господарства за своєю організаційно-економічною структурою та технологічними характеристиками схожа на промислове виробництво. Все це говорить про те, що тваринництво має великий потенціал автоматизації.

Сучасні тенденції у розвитку тваринництва спрямовані використання системи, заснованої на принципах раціонального виробництва.

Це полягає в тому, що відповідно до технології вирощування тварин, виробництва та зберігання кормів створюється повний комплекс машин та обладнання, що включає механізовані транспортні, вантажно-розвантажувальні та допоміжні операції, а також автоматизовані засоби контролю та управління технічними процесами [1].

Мікрокліматичні умови всередині закритого тваринницького приміщення визначаються фізичними факторами (температурою, вологістю, рухом повітря, сонячною радіацією, тиском, освітленням, іонізацією), газовим складом повітря (кисень, вуглекислий газ, аміак, сірководень) та механічними домішками (пил, мікроорганізми) (рис. 1).

Створення та підтримання мікроклімату в корівнику пов'язане з вирішенням багатьох технічних та технологічних проблем і в сукупності з правильним годуванням сприяє забезпеченню здоров'я та відтворювальної функції тварин, одержанню продукції високої якості [2].

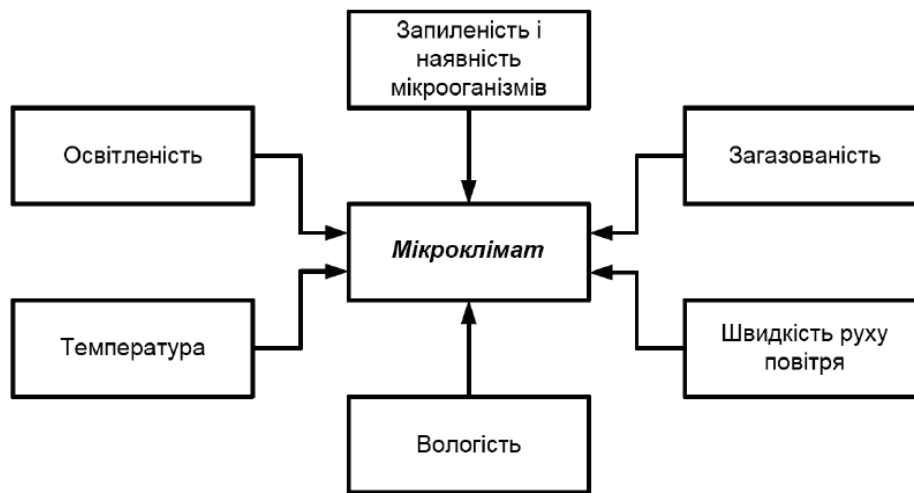


Рисунок 1 – Основні складові мікроклімату приміщення тваринницької ферми

Для цього використовуються різні системи вентиляції, опалення та охолодження.

Система вентиляції для підбирається в залежності від особливостей вентиляованого приміщення, його розмірів, виду тварини та способу її утримання.

Розроблено структурну схему (рис. 2) ієрархічної цифрової мікропроцесорної системи автоматичного управління з використанням зовнішніх та внутрішніх датчиків температури, вологості, концентрації аміаку, вуглекислого газу та сірководню для оптимізації параметрів мікроклімату.

Датчики надають контролеру інформацію про кліматичні умови всередині та зовні приміщення.

Використовуючи ці дані та нормативні параметри, пов'язані з мікрокліматом, контролер забезпечує узгоджену роботу систем опалення, вентиляції та охолодження.

Для управління обладнанням розроблено відповідні алгоритми та вибрано необхідне обладнання для автоматизації.

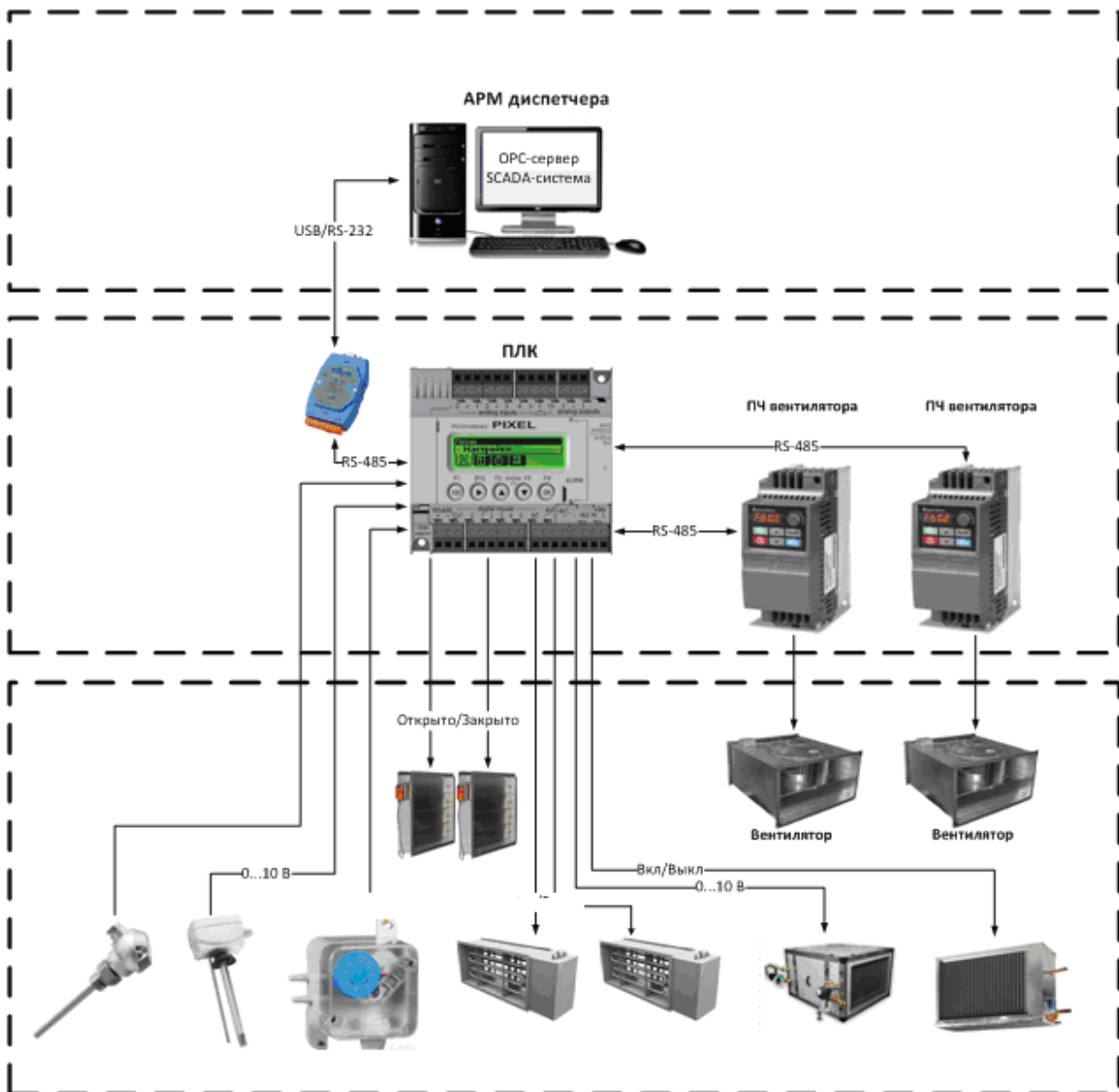


Рисунок 2 – Реалізація мікропроцесорної системи керування

Література:

1. О. Г. Скляр, Механізація технологічних процесів у тваринництві. Мелітополь, Україна: Колор Принт, 2012.
2. Н. І. Болтянська, «Показники оцінки ефективності застосування ресурсозберігаючих технологій в тваринництві», Вісник Сумського НАУ. Механізація та автоматизація виробничих процесів, вип. 10/3 (31), с. 118-121, 2016.

УДК 631.36

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕВАТОРНИМ КОМПЛЕКСОМ

Піскарьов О.М., Тимко В.Й.

Державний біотехнологічний університет, Харків

У статті розглядається актуальність розробки та впровадження комп'ютерної системи керування елеваторним комплексом. Описуються сучасні виклики агропромислового сектору, необхідність автоматизації процесів зберігання та обробки зернових культур. Представлено ключові аспекти проектування системи управління, аналіз її ефективності, а також можливі економічні та екологічні переваги для підприємств. Підкреслюється значення таких систем у підвищенні продуктивності, зниженні витрат і забезпеченні більшої точності у зберіганні та обробці зерна.

Елеваторні комплекси є ключовими об'єктами в ланцюгу постачання зернових культур, оскільки забезпечують зберігання, переробку та транспортування продукції. В умовах зростання попиту на сільськогосподарську продукцію і збільшення обсягів виробництва, підвищується потреба у вдосконаленні методів управління елеваторами. Традиційні підходи до управління елеваторними комплексами часто виявляються недостатньо ефективними, що веде до підвищених витрат, зниження якості продукції та збільшення експлуатаційних витрат. У цьому контексті актуальним є розробка комп'ютерних систем керування, які автоматизують ці процеси, підвищуючи їх ефективність [1].

Зростання обсягів виробництва зернових культур та високі вимоги до якості продукції створюють потребу у впровадженні інноваційних технологій управління та обробки зерна. Основні виклики, з якими стикаються сучасні елеваторні комплекси, включають:

1. Підвищення вимог до зберігання продукції, - якість зберігання безпосередньо впливає на стан зерна і, відповідно, на ринкову вартість

продукції. Недостатній контроль температури, вологості та інших параметрів може призвести до псування продукції.

2. Оптимізація логістики та витрат, - зернові комплекси повинні швидко і ефективно організовувати роботу із транспортуванням продукції, що вимагає координації різних етапів та технічних засобів.

3. Зниження людського фактору, - ручне управління процесами на елеваторних комплексах може призводити до помилок, затримок та додаткових витрат. Впровадження автоматизованих систем дозволяє мінімізувати ці ризики.

Таким чином, потреба в автоматизації стає дедалі більш очевидною, особливо у великих підприємствах з великими обсягами обробки продукції.

Основна мета дослідження полягає в розробці та впровадженні комп'ютерної системи управління елеваторним комплексом, яка дозволить автоматизувати ключові процеси: приймання, зберігання, транспортування і відвантаження зернових культур [2]. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Аналіз існуючих технологій управління елеваторними комплексами.
2. Розробка алгоритмів автоматизації процесів зберігання і обробки зернових культур.
3. Моделювання та тестування системи на прикладі конкретного елеваторного комплексу.
4. Оцінка ефективності та можливих переваг від впровадження такої системи.

У дослідженні застосовано комплексний підхід, що включає аналіз існуючих систем управління елеваторами, моделювання та тестування комп'ютерної системи управління. Вивчено особливості програмних і апаратних рішень, що використовуються для автоматизації процесів на елеваторних комплексах. В рамках дослідження були розроблені алгоритми для контролю температурного режиму, вологості та оптимізації логістики переміщення зернових культур на об'єкті.

Розроблена система управління елеваторним комплексом дозволяє автоматизувати процеси приймання та зберігання зернових культур, що суттєво знижує витрати і втрати продукції. Впроваджена автоматизація процесу моніторингу температури та вологості дозволяє підтримувати оптимальні умови зберігання, мінімізуючи ризики псування продукції. Окрім того, система забезпечує автоматичний розподіл і транспортування зернових культур, що знижує експлуатаційні витрати та підвищує ефективність роботи комплексу.

В ході тестування на елеваторному комплексі була виявлена можливість зниження втрат продукції на 15-20%, а також зменшення енергетичних витрат на 10-12% [3]. Окрім того, впровадження системи дозволяє знизити необхідність ручної праці та підвищити точність контролю за станом зберігання продукції.

Аналіз показав, що впровадження комп'ютерних систем керування елеваторними комплексами є необхідним кроком для підвищення ефективності агропромислових підприємств. Автоматизація ключових процесів дозволяє не лише підвищити продуктивність і знизити витрати, але й забезпечити кращий контроль за якістю продукції. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вдосконалення алгоритмів управління і розробку нових методів моніторингу умов зберігання зернових культур.

Література:

1. О.С. Бойко "Сучасні системи управління сільськогосподарськими комплексами". Технології в аграрному секторі, 2021.
- 2 В.Г. Сергієнко, "Інноваційні рішення для автоматизації елеваторних комплексів". Техніка та технології аграрного виробництва, 2022.
3. Кочкарова Л.Р., Піскарьов О.М. Особливості створення мікроконтролерних систем моніторингу технічного обслуговування на елеваторному комплексі / Матеріали ХІХ міжнародного форуму молоді «Молодість і індустрія 4.0 в ХХІ столітті». – Харків: ДБТУ, 2023 – С. 215.

УДК 631.36

**ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ
КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ
У ТЕПЛИЧНОМУ КОМПЛЕКСІ**

Піскар'ов О.М., Шульга О.Є.

Державний біотехнологічний університет, Харків

Тепличне господарство посідає важливе місце в агропромисловому секторі, оскільки забезпечує цілорічне виробництво сільськогосподарської продукції. Однак утримання оптимальних умов у теплицях потребує точного регулювання параметрів мікроклімату, таких як температура, вологість, освітлення та склад поживних речовин. Традиційні підходи до управління цими процесами часто виявляються неефективними, особливо в умовах великого масштабу виробництва, де людські помилки можуть призводити до значних витрат. Це робить актуальним питання про автоматизацію технологічних процесів у тепличних комплексах, що дозволить досягти високої ефективності та точності у вирощуванні рослин [1].

Актуальність дослідження. Сучасні технології автоматизації дозволяють значно підвищити продуктивність тепличного господарства. Завдяки комп'ютерним системам керування стало можливим забезпечити постійний моніторинг умов у теплиці, що сприяє створенню оптимального середовища для росту рослин. Такі системи можуть зменшити споживання води та енергії, оскільки вони забезпечують точне дозування необхідних ресурсів на основі даних про стан рослин і зовнішніх умов. Крім того, автоматизація знижує залежність від людського фактору, зменшуючи ймовірність помилок і підвищуючи стабільність роботи теплиці.

Завдяки контролю мікроклімату комп'ютерні системи (КС) можуть підтримувати температуру і вологість на необхідному рівні, що сприяє кращому росту рослин. Регулювання освітлення і подачі поживних речовин також сприяє збільшенню врожайності. Це робить автоматизацію

технологічних процесів перспективним напрямом для тепличного господарства, особливо в умовах зростаючого попиту на екологічно чисту продукцію.

Метою даного дослідження є вивчення можливостей використання КС для автоматизації технологічних процесів у тепличному комплексі.

Для проведення дослідження було обрано комплексний підхід, що включає аналіз сучасних технологій автоматизації, моделювання роботи комп'ютерних систем для керування мікрокліматом, а також аналіз можливих переваг від їх впровадження.

КС, що використовуються для керування тепличними комплексами, забезпечують автоматизацію ключових параметрів, як-от мікроклімат, полив і живлення рослин. Завдяки цьому вдається підтримувати оптимальні умови для вирощування культур, що сприяє збільшенню врожайності та покращенню якості продукції. Наприклад, контроль мікроклімату дозволяє підтримувати постійну температуру, вологість і рівень CO₂, що є критично важливими факторами для росту рослин. Крім того, автоматизація поливу сприяє економії води і забезпечує її рівномірне розподілення, що позитивно впливає на здоров'я рослин.

Окремої уваги заслуговує можливість використання інтернету речей (IoT) у тепличних комплексах. Ця технологія дозволяє об'єднувати всі системи керування в єдину мережу, що полегшує моніторинг і управління з будь-якої точки. Завдяки інтеграції IoT стає можливим отримувати дані з теплиці в реальному часі, що дозволяє швидко реагувати на зміни і автоматично налаштовувати параметри мікроклімату. Інтернет речей також відкриває можливості для використання великих даних, які можуть бути зібрані і проаналізовані для подальшого вдосконалення роботи теплиці [2].

Крім того, КС автоматизації дають змогу прогнозувати потреби рослин, використовуючи дані про попередні цикли вирощування та зовнішні кліматичні умови. Це дозволяє оптимізувати подачу поживних речовин і

енергії, що не тільки знижує витрати, але й підвищує екологічність виробництва.

КС автоматизації забезпечують економію ресурсів і підвищують ефективність роботи тепличних комплексів, що дозволяє зменшити експлуатаційні витрати. Крім того, автоматизація сприяє підвищенню врожайності, оскільки забезпечує оптимальні умови для росту рослин. Таким чином, інвестиції у КС керування мають потенціал для швидкої окупності завдяки зниженню витрат на енергію, воду та добрива. Аналіз також показує, що витрати на автоматизацію окупаються за рахунок підвищення продуктивності і покращення якості продукції. Завдяки автоматичному моніторингу і налаштуванню параметрів, зменшується кількість випадків псування продукції, що підвищує прибутковість тепличного господарства.

Таким чином, автоматизація технологічних процесів у тепличних комплексах за допомогою комп'ютерних систем керування відкриває нові можливості для підвищення продуктивності і якості продукції. Контроль за умовами мікроклімату, автоматизація поливу та інтеграція інтернету речей дозволяють забезпечити оптимальні умови для вирощування рослин, знизити експлуатаційні витрати і мінімізувати вплив людського фактора. Перспективи використання комп'ютерних систем керування у теплицях обіцяють значний потенціал для розвитку агропромислового сектору, особливо у сфері виробництва екологічно чистої продукції.

Література:

1. Киричок, С.А., Петренко, В.Г., Хомяк, І.О. "Автоматизація технологічних процесів у тепличних комплексах: сучасні виклики та перспективи". Агроєкологія та біотехнології, 2021.
2. Бойко, В.А., та ін. "Інтеграція IoT і великих даних у сучасних тепличних комплексах". Збірник наукових праць Інституту аграрних технологій, 2022.

УДК 656.07.65

МОДУЛЬ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВАНТАЖУ ІТ-ІНФРАСТРУКТУРИ СКЛАДСЬКОГО ТЕРМІНАЛУ

Плугіна Т.В., Бондарева К.С., Сердюк О.В.,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Новітні технології стало розповсюджуються у логістичному секторі. Постає актуальне завдання розвитку складських терміналів відповідно до світових тенденцій у глобальному інформаційному просторі [1]. Функціонування складського терміналу значною мірою залежить від стрімкого розвитку інформаційно-комунікаційних технологій.

Об'єкт дослідження: ІТ-інфраструктура складу.

Предмет: проєктування модуля для ідентифікації вантажу в рамках ІТ-інфраструктури складу.

Мета: поліпшення ефективності та швидкості ідентифікації вантажів шляхом розробки спеціального модуля для ІТ-інфраструктури складського терміналу (рис.1).

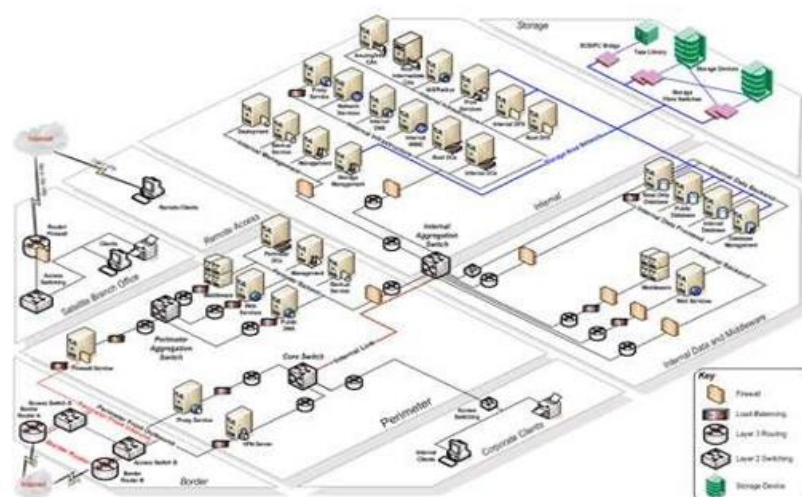


Рисунок 1 – ІТ-інфраструктура складу

Задачи роботи: провести аналіз складових ІТ-інфраструктури

складського терміналу; визначити задачі модуля ідентифікації; розглянути методи проектування компонентів модуля ідентифікації; обрати компоненти для модуля ідентифікації.

Сьогодні в сучасному складському господарстві та логістиці важливо впроваджувати контроль та прозорі управлінські схеми, які забезпечують можливість бачити, знати та координувати всі дії, пов'язані з обслуговуванням вантажу, в режимі реального часу. Завдяки впровадженню ІТ-інфраструктури, технології RFID та інших інновацій вдається забезпечити гармонійне функціонування складського терміналу як єдиного цілого. Це можливе лише за умови наявності точної та повної інформації про процеси, що відбуваються на території складу в будь-який момент часу та забезпечення вимог Технології Індустрії 4.0 [2]. Технології Індустрії 4.0 базується на дев'яти технологічних стовпах. Ці інновації виступають зв'язком між фізичним і цифровим середовищем, що дозволяє функціонувати інтелектуальним та автономним системам. Організації та ланцюги постачання вже використовують деякі з цих передових технологій, такі як WMS-системи, проте повністю реалізувати потенціал «Індустрії 4.0» можливо лише за умови їх комплексного застосування [3].

До конкурентних переваг WMS-систем можна віднести їх здатність забезпечувати оперативне управління рухом матеріальних ресурсів, техніки та персоналу складу в реальному часі. Вони також дозволяють гнучко налаштовувати технології зберігання, проводити інвентаризацію онлайн, управляти завданнями та аналізувати ефективність роботи персоналу. Перевагами WMS-систем є можливість інтегруватися з іншими управлінськими інформаційними системами (підтримувати технології автоматичної ідентифікації та позиціонування вантажів, техніки та операторів складських терміналів) (рис.2).

Технології автоматичної ідентифікації та позиціонування, що підтримують сучасні WMS-системами	
Технологія, система	Зміст
RFID — Radio Frequency Identification	Радіочастотна ідентифікація. Система автоматичної ідентифікації товарів по радіо позначкам
RF/DC — Radio Frequency/Data Communication	Мобільні бездротові системи передачі даних по радіоканалу
DCC — Data Capture and Collection	Портативні комп'ютери для збору даних скануванням міток. Мобільний робоче місце
BT — Bluetooth; WiFi — Wireless Fidelity;	Бездротові технології передачі даних і позиціонування, підтримувані сучасними мобільними комп'ютерами типу Unitech,
VDT — Voice Direct Technologies	Технологія і засоби прямого голосового управління
WCS — Warehouse Control Management	Система контролю товарів. Визначення маси і габаритів надходить на зберігання / відвантаження товару
CWS — Cubing and Weighing System	Компонент WCS-системи. Автоматичне визначення вагогабаритних параметрів товару

Рисунок 2 - Технологій автоматичної ідентифікації та позиціонування

Основними компонентами ІТ-інфраструктури є фізичні системи: обладнання, сховища, маршрутизатори/комутатори, приміщення, мережі. До програмних систем ІТ-інфраструктури належать: програмне забезпечення і додатки для забезпечення безпеки інфраструктури.

Для повної реалізації концепції адаптивного складського терміналу також необхідно впровадити такі опції як [4]: динамічна оптимізація ресурсів - здатність ресурсів гнучко реагувати на зміни пріоритетів завдань, оптимально використовуючи потужності для виконання декількох, часто різнорідних функцій; інтелектуальне управління - створення інфраструктури для автоматичного управління, діагностики та реагування на зміни вимог системи; забезпечення безпеки на всіх рівнях інфраструктури - рішення для самодіагностики та автоматичного виправлення помилок.

Технологія ідентифікації складається з взаємопов'язаних елементів і є комплексною системою. Виникає потреба у виборі компонентів модуля ідентифікації. Система RFID включає три основні компоненти: зчитувач (рідер), транспондер (радіочастотну мітку) та комп'ютерну систему для обробки даних.

Головними елементами RFID-системи є зчитувачі та транспондери, які спілкуються між собою через радіочастотний канал. Взаємодія в інформаційному ланцюгу «додаток-зчитувач-транспондер» (рис.3)

ґрунтується на принципі «ведучий-ведений». У цій ієрархічній структурі додаток виконує роль ведучого, а зчитувач, як ведений, активується тільки у відповідь на команди запису/читання, що надходять від додатка.

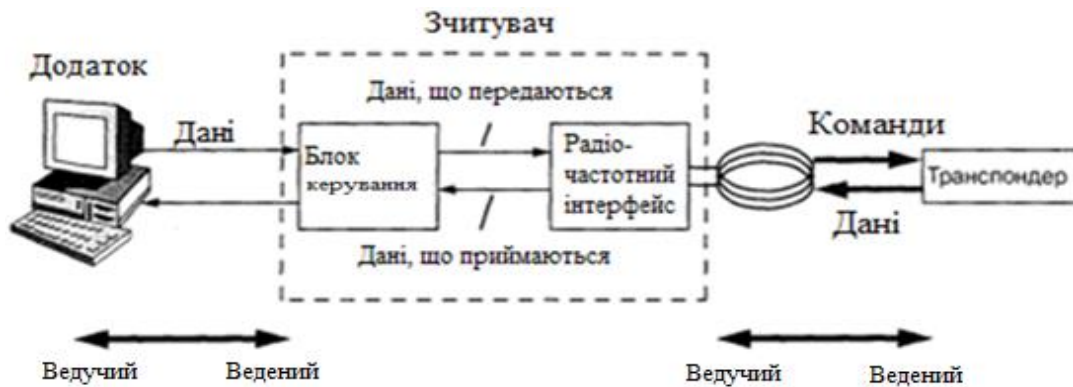


Рисунок 3 - Схема взаємодії компонентів технології ідентифікації

Вимоги щодо програмного забезпечення ІТ- інфраструктури для RFID-системи відрізняються невизначеністю через недостатню розробленість параметрів програмних додатків. Основні функції програмного забезпечення для RFID-системи включають:

- програмування RFID-міток та конвертацію даних у необхідні формати;
- управління збором даних (координація та централізований контроль);
- збір та покрокова обробка інформації (ПЗ приймає дані від зчитувачів, систематизує, фільтрує і агрегує);
- диспетчеризація даних;
- передача даних у СУБД, що працюють у режимі реального часу і використовуються для прийняття рішень за допомогою бізнес-аналітики;
- забезпечення даними суміжних внутрішніх систем складу та систем партнерів.

Автоматична реєстрація вантажу відбувається, коли навантажувач проїжджає через зону, де встановлено стаціонарний зчитувач з вбудованою

радіоантеною. У цьому процесі радіочастотна ідентифікація реалізується таким чином:

- передавач зчитувача безперервно (або за заданим графіком) випромінює радіосигнал на частоті, прийнятій у цій системі;
- транспондер, який знаходиться в зоні дії зчитувача, через свою антену приймає цей радіосигнал і використовує його енергію для живлення. Він зчитує код зі свого запам'ятовувального пристрою та модулює відповідний радіосигнал;
- зчитувач приймає сигнал, виділяє закодовану інформацію і передає дані про прийнятий товар за призначенням: у додаток, систему обробки даних або оператору.

Зчитувальний пристрій з'єднаний з мобільним комп'ютером, який знаходиться на борту навантажувача, що обслуговує складський термінал. Коли навантажувач піднімає вантаж, зчитувальний пристрій автоматично зчитує інформацію з чипа на передній частині піддона та передає її до бортового комп'ютера. Комп'ютер, у свою чергу, передає цю інформацію системі керування.

Розміщення товару відбувається відповідно до зон зберігання. Товари можна групувати за кількома критеріями: аналізом оборотності, однотипністю, приналежністю до конкретного виробника та габаритністю. Місця зберігання також можуть бути позначені RFID-мітками, що забезпечить автоматичну прив'язку товару до конкретного місця.

Це дає змогу за допомогою спеціального модуля складської програми створити віртуальну карту складу, а зчитування мітки дозволить точно визначити місце розташування кожного вантажу. Проте кожний складський термінал є унікальним, тому RFID-система повинна бути розроблена з урахуванням його особливостей і специфіки, щоб забезпечити максимальну ефективність роботи в кожному конкретному випадку.

Вибір системи ідентифікації ускладнюється різноманітністю параметрів і характеристик, які можуть суперечити одна одній. Це ускладнює

проектування системи. Завдання вибору належить до класу багатокритеріальних задач і може бути розв'язане за допомогою методів багатокритеріальної оптимізації. Оптимальний вибір технічних і програмних засобів у системі радіочастотної ідентифікації ІТ-інфраструктурі може суттєво підвищити ефективність роботи складських терміналів України. Це призведе до збільшення швидкості обробки інформації, зменшення ризику неправильного відвантаження, скорочення часу на пошук вантажів, підвищення точності інвентаризації та зниження трудових витрат тощо.

Література:

1. Довгий, О.В. Копійка. ІТ-інфраструктура як базова складова цифрової трансформації. Монографія – К.: ТОВ «Видавництво «Юстон», 2023. – 458 с.
2. Zhong R. Y. Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0.: веб-сайт. URL: <https://robotics.ua/shows/modernity> (дата звернення 01.11.2024).
3. Медиковський М. О. Інтелектуальні компоненти інтегрованих автоматизованих систем управління: монографія. – Львів. - 2015. 280 с.
4. Грабовецький Б. Є. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання: монографія. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 171 с.

УДК 004.9: 519.81

РЕІНЖИНІРИНГ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ ПРИ ПЕРЕХОДІ ДО ТЕХНОЛОГІЇ BYOD

Приткова К. В., Безкоровайний В. В., Кисельова О. Б.

Харківська гуманітарно-педагогічна академія, Харків

У наш час у переважній більшості закладів освіти України все більш широке застосування знаходить технологія BYOD (Bring Your Own Device) [1]. Упровадження BYOD-технологій створює нові можливості для підвищення ефективності навчального процесу за рахунок активізації пізнавальної діяльності, зростання продуктивності навчальної діяльності, підвищення оперативності зворотного зв'язку тощо. Разом з тим, значне зростання кількості запитів з нових пристроїв користувачів призводить до перевантаження серверів й іншого обладнання існуючих комп'ютерних мереж. На певному етапі виникає необхідність в адаптації мереж до нових вимог, що потребує їх реінжинірингу.

З точки зору теорії проектування процесу реінжинірингу комп'ютерних мереж навчальних закладів передбачають ітераційне розв'язання комплексу комбінаторних задач їх структурної (схеми підключення користувачів до ресурсів мережі), топологічної (територіального чи просторового розташування обладнання), параметричної (параметрів обладнання) та технологічної (технології обміну інформацією) оптимізації. Найбільш складними вважаються задачі оптимізації топологічних структур мереж.

Об'єктом дослідження є трирівнева централізована мережа навчального закладу, що поєднує користувачів з центром (сервером) через вузли (маршрутизатори, локальні сервери тощо). Для існуючої мережі задані [2]: множина елементів (центр, вузли, комп'ютери) мережі $I = \{i\}$, $i = \overline{1, n}$; варіант топологічної структури існуючої мережі $s' \in S^*$ (де S^* – множина допустимих варіантів). Множина допустимих варіантів задається місцями можливого розташування елементів ($i=1$ – центр) і можливими зв'язками

між елементами $[s'_{ij}]$, $i, j = \overline{1, n}$ (де $s'_{ij} = 1$, якщо між елементами мережі i та j існує безпосередній зв'язок; $s'_{ij} = 0$ – в іншому випадку); наведені витрати при створенні чи модернізації вузлів $[c_i]$, $[d_i]$, $i = \overline{1, n}$ і зв'язків між елементами $[c_{ij}]$, $[d_{ij}]$, $i = \overline{1, n}$. Необхідно визначити найкращий варіант реінжинірингу топологічної структури мережі $s^o \in S^*$ за показниками наведених витрат $k_1(s) \equiv C(s) \rightarrow \min_{s \in S^*}$ та її оперативності $k_2(s) \equiv \tau(s) \rightarrow \min_{s \in S^*}$.

Варіант реінжинірингу мережі задається кількістю вузлів у ній u , місцями їх розміщення та схемою зв'язків між елементами, вузлами та центром $[s_{ij}]$, $i, j = \overline{1, n}$. Множина допустимих варіантів структурної побудови централізованої трирівневої мережі визначається такими умовами [3]:

$$|S^* = \{s\} = \left\{ \begin{array}{l} [s_{ij}], s_{ij} \in \{0,1\}, i, j = \overline{1, n}, s_{11} = 1; \sum_{i=j}^n s_{ij} \geq 1 \forall j = \overline{1, n}, \\ \sum_{j=1}^n \sum_{i=j}^n s_{ij} = n + \sum_{i=1}^n s_{ii}, s_{ii} = 1 \rightarrow s_{i1} = 1 \forall i = \overline{1, n}, \\ s_{ii} \wedge s_{ij} = 1 \rightarrow ij = \arg \min_{1 \leq i, j \leq n} c_{ij} \forall i, j = \overline{1, n}. \end{array} \right. \quad (1)$$

На першому етапі для спрощення задачі будемо вважати, що: користувачами мережі є локальні сервери класів чи навчальних лабораторій; вузли мережі розміщуються у безпосередній близькості від користувачів; користувачі підключаються до вузлів за показником мінімуму витрат; обсяги запитів користувачів $\alpha_i = \alpha \approx const$ і відповідей $\beta_i = \beta \approx const$, $i = \overline{1, n}$ мають приблизно однакові обсяги.

Цільову функцію витрат на реінжиніринг мережі, що являють суму витрат на центр, вузли й елементи, пропонується подавати у такому вигляді [2]:

$$k_1(s) = \sum_{i=1}^n [c_i(1 - s'_{ii}) s_{ii} + d_i s'_{ii} s_{ii}] + \sum_{j=1}^n \sum_{i=j}^n [c_{ij}(1 - s'_{ij}) s_{ij} + d_{ij} s'_{ij} s_{ij}] \rightarrow \min_{s \in S^*}. \quad (2)$$

Як показник оперативності пропонується використати час відповіді на запити користувачів мережі, що враховує час передачі запиту через вузол до центру, обробки його в центрі та передачу відповіді користувачеві:

$$k_2(s) = \left(\frac{\alpha}{\gamma_1} + \frac{\alpha}{h} + \frac{\alpha}{\gamma_2} + \tau^C + \frac{\beta}{\gamma_2} + \frac{\beta}{h} + \frac{\beta}{\gamma_1} \right) \sum_{j=1}^n \sum_{l=j}^n s_{jl} s_{jj} \rightarrow \min_{s \in S^*}, \quad (3)$$

де γ_1, γ_2 – пропускні здатності каналів зв'язку «користувач-вузол» і «вузол-центр»; h – швидкості обробки запиту та відповіді у вузлах мережі; τ^C – час обробки запиту у центрі.

Адитивна згортка локальних критеріїв (2)-(3) дозволяє звести багатокритеріальну задачу до традиційної задачі оптимізації мережі зі скалярним критерієм загальної корисності [3]:

$$P(s) = \sum_{i=1}^2 \eta_i \xi_i(s), \quad \xi_i(s) = \xi_i(k_i(s)) = \left[\frac{k_i(s) - k_i^-(s)}{k_i^+(s) - k_i^-(s)} \right]^{\delta_i}, \quad i = \overline{1, 2}, \quad (4)$$

де η_i – ваговий коефіцієнт локального критерію $k_i(s)$, $\eta_i \geq 0$, $\sum_{i=1}^2 \eta_i = 1$;

$\xi_i(s) = \xi[k_i(s)]$, $k_i^-(s)$, $k_i^+(s)$ – функція корисності локального критерію $k_i(s)$, його найгірше та найкраще значення; δ_i – параметр, який визначає вид залежності $\xi_i(s)$: при $\delta_i = 1$ – лінійна; при $0 < \delta_i < 1$ – випукла вгору; $\delta_i > 1$ – випукла вниз.

Частковими випадками розглянутої задачі є задачі:

– мінімізації наведених витрат $s^O = \arg \min_{s \in S^*} C(s)$ при заданих обмеженнях на показник оперативності $\tau(s) \leq \tau^*$ (де τ^* – максимально допустимий час доступу користувачів до інформації);

– мінімізації часу доступу користувачів $s^O = \arg \min_{s \in S^*} \tau(s)$ при заданих обмеженнях на показник наведених витрат $C(s) \leq C^*$ (де C^* – максимально допустимі витрати на реінжиніринг мережі).

Для розв'язання задачі пропонується використовувати інтерактивну

модифікацію методу спрямованого перебору з додаванням процедури обчислення значення адитивної згортки локальних критеріїв $P(s,u)$ (3) [4-5]. На другому етапі для аналізу показника оперативності кінцевих варіантів побудови мережі пропонується використати пакет імітаційного моделювання.

Напрямок подальших досліджень може бути врахування в моделі задачі реінжинірингу мереж навчальних закладів (2)-(4) неповної визначеності вхідних даних, зокрема, функціональних та вартісних характеристик обладнання, стохастичного характеру потоків запитів користувачів.

Література:

1. Ю. О. Блудова, «Використання технології BYOD в освітньому процесі Нової української школи», Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах, вип. 71, т. 1, с. 92-95, 2020.

2. В. В. Безкоровайний та О. М. Драз, «Математична модель багатокритеріальної задачі реінжинірингу топологічної структури корпоративної комп'ютерної мережі», Міжнародна науково-практична конференція «Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку, Збірник тез доповідей, Харків, 2024, с. 19-21.

3. V. Beskorovainyi and V. Russkin, "Directed search of variants in technologies for reengineering of corporate computer networks", Intelligent information systems for decision support in project and program management: Collective monograph. European University Press, Riga: ISMA, 2021, pp. 15-24.

4. Beskorovainyi V., "Combined method of ranking options in project decision support systems", Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, 2020, no 4 (14), pp.13-20.

5. Безкоровайний В., та Безугла Г. Еволюційний метод реінжинірингу топологічних структур корпоративних комп'ютерних мереж // «Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання»; матеріали статей Міжнар. наук.-практ. конф. Івано-Франківськ: п. Голіней О. М., 2020, с. 161-162.

УДК 621.337.1

ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДОКУМЕНТООБІГУ АТП

Сергієнко К.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Проектування автоматизованої системи документообігу для автотранспортного підприємства (АТП) - це комплексний процес, що включає розробку, впровадження та налаштування системи, яка дозволяє ефективно керувати документами та інформаційними потоками [1, 2].

Автотранспортні підприємства (АТП) щоденно працюють з великою кількістю документів.

Традиційні методи управління документацією можуть бути неефективними та потребують багато часу і ресурсів.

Автоматизовані системи документообігу (АСД) забезпечують більш ефективне управління інформаційними потоками та підвищують продуктивність підприємства.

Розглянемо основні етапи проектування АСД [2-4]:

1. Аналіз вимог: Збір і аналіз вимог користувачів, визначення функціональних та нефункціональних вимог до системи.
2. Розробка технічного завдання: Документування всіх вимог і специфікацій для розробки системи.
3. Розробка системи: Створення архітектури системи, програмування та інтеграція різних компонентів.
4. Тестування і впровадження: Перевірка системи на відповідність вимогам, виправлення помилок і встановлення системи на підприємстві.
5. Навчання користувачів і підтримка: Забезпечення навчання для користувачів системи та надання технічної підтримки.

Архітектура системи документообігу складається з наступних рівнів (рис. 1.) [2-4]:



Рисунок 1 – Архітектура системи документообігу.

Клієнтський рівень (Frontend): Веб-інтерфейс: Інтерактивний інтерфейс користувача, що дозволяє здійснювати всі необхідні операції з документами через браузер. Мобільний додаток: Опціональний компонент, що дозволяє працювати з документами з мобільних пристроїв.

Серверний рівень (Backend): Виконує основні бізнес-логіку та обробку запитів від клієнтів. Написаний на мовах програмування, таких як Java, C#, Python. *Система управління базами даних (СУБД):* Зберігання всіх документів та метаданих. Використання баз даних, таких як Microsoft SQL Server, PostgreSQL, або MongoDB. *Служба документообігу:* Відповідає за управління документами, версіями, правами доступу та забезпечення робочих процесів.

Інтеграційний рівень (API): Забезпечує інтеграцію з іншими системами (наприклад, ERP, CRM), або іншими спеціалізованими системами. Готові модулі для інтеграції з поштовими сервісами (наприклад, Microsoft Outlook), офісними пакетами (наприклад, Microsoft Office) та іншими інструментами.

Рівень зберігання: Файлові сховища, що використовують системи зберігання файлів для зберігання електронних документів. Хмарні сервіси для зберігання і резервного копіювання даних.

Безпековий рівень: Система управління доступом, яка керує правами доступу до документів та розділів системи на основі ролей та дозволів. Засоби шифрування, які забезпечують шифрування даних під час їх зберігання та передачі для захисту від несанкціонованого доступу.

У системі документообігу є кілька процесів, які можуть виконуватися паралельно для підвищення ефективності та скорочення часу обробки документів. Ось деякі з них:

- створення та редагування документів: Різні користувачі можуть одночасно створювати або редагувати різні документи.
- завантаження документів: Користувачі можуть одночасно завантажувати кілька документів до системи.
- перевірка та затвердження документів: Документи можуть проходити різні етапи перевірки та затвердження одночасно, якщо вони призначені для різних користувачів або відділів.
- пошук документів: Користувачі можуть одночасно виконувати пошук і перегляд документів у системі.
- автоматизація процесів: Автоматизовані скрипти та робочі процеси можуть одночасно виконувати завдання, такі як переміщення документів, надсилання сповіщень, оновлення метаданих тощо.
- інтеграція з іншими системами: Паралельна інтеграція з іншими системами (наприклад, ERP, CRM) може виконуватися без переривання інших процесів документообігу.

Література:

1. Автоматизація документообігу. Навчальний посібник / І. О. Золотарьова, Р. К. Бутова. – Харків: Вид. ХНЕУ, 2008. – 169с.
2. Проектування систем електронного документообігу: навчальний посібник / О.В. Федусенко, І.М. Доманецька, Г.В. Красовська. – К.: КНУБА, 2016. – 88 с.
3. Інформаційні системи електронного документообігу : навч. посіб. / В. Л. Плєскач, О. О. Броварець, І. І. Гарко ; Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. - Київ : Київський університет, 2020. - 301 с.
4. Електронний документообіг: конспект лекцій. / Шебаніна О.В., Ключан В.П., Ключан І.В. та ін. – Миколаїв. Вид. МНАУ, 2013. – 69с.

УДК 681.52

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ПРИГОТУВАННЯ ВІТАМІННОГО БОРОШНА

Серпутович М В., Абраменко І. Г.

Харківський біотехнологічний університет, Харків

У сучасному тваринництві велика увага приділяється забезпеченню збалансованого харчування тварин. Застосовуючи науково обґрунтовані системи годівлі, можна підвищити їхню продуктивність і ефективніше використовувати корми.

Особливе місце в раціоні харчування тварин відводиться вітамінному трав'яному борошну. Трав'яне борошно - продукт механічної та теплової обробки зеленої маси, що забезпечує збереження 95 % поживних речовин, що містяться в рослинах.

Вологість трав'яного борошна має становити 8-12 %. При цьому поживність 1 кг борошна з бобових трав дорівнює 07-08 корм, од., а засвоюваність поживних речовин досягає 70 % [1].

Трав'яне борошно – це штучно висушена трава. Сировиною для її виробництва є різні однорічні та багаторічні рослини. Якість і поживність вихідної зеленої маси впливають на цінність виробленого продукту. Заготовлена сировина піддається протягом короткого часу сушінню за високої температури на спеціальному устаткуванні. Для цього застосовуються теплогенератори, які використовують різні види палива. Потім висушена трава подається в дробарку і подрібнюється.

На вміст поживних речовин та вітамінів у трав'яному борошні надають значний вплив форма виробництва та умови зберігання. Збільшує збереження поживних та біологічно активних речовин процес гранулювання (рис. 1). При ньому знижується вплив негативних факторів довкілля на корм у процесі зберігання. З цієї причини трав'яне борошно доцільно гранулювати або включати до складу гранул багатокомпонентного комбікорму. Вони містять

89-92 % сухої речовини, що, враховуючи щільність гранул, робить її дуже зручною та економічною для зберігання та транспортування.

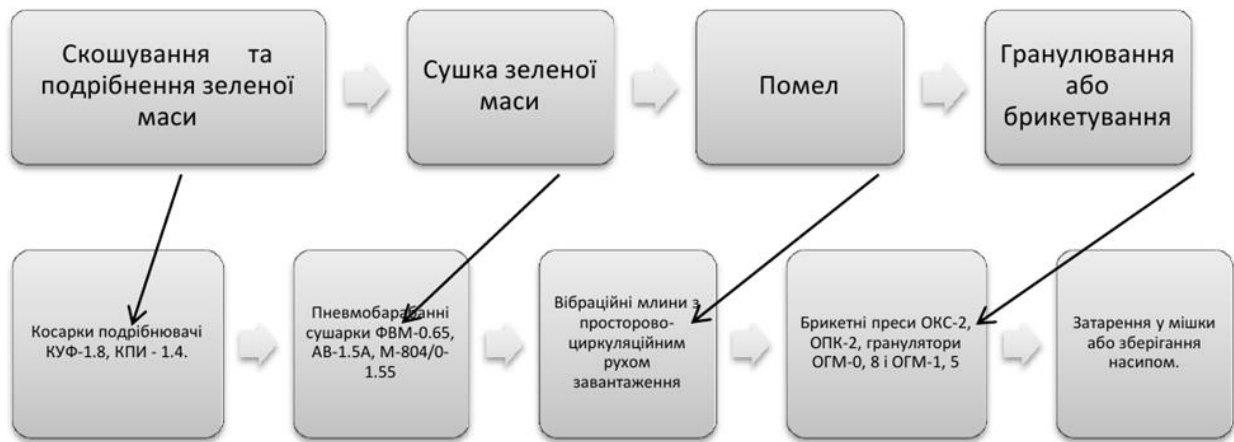


Рисунок 1 - Технологічний процес виготовлення трав'яного борошна

Якість трав'яного борошна залежить від дотримання технологічного регламенту. У зв'язку з цим надійна та ефективна експлуатація агрегатів для приготування вітамінного трав'яного борошна можлива лише в автоматичному режимі.

Для правильного ведення технологічного процесу приготування трав'яного борошна застосовані такі види автоматичного та ручного регулювання [2]:

- автоматична підтримка заданої температури на виході з сушильного барабана. Сигнал про величину контрольованої температури надходить від термопари, встановленої в потоці теплоносія за барабаном;
- безступінчасте регулювання швидкості обертання сушильного барабана в межах від 2,8 до 7,8 об/хв. При цьому вибирається раціональний режим сушіння різного виду сировини;
- автоматичне керування запуском теплогенератора та контроль полум'я у його топці.
- автоматичне регулювання кількості зеленої маси на транспортері, щоб уникнути накопичення маси в нижній частині транспортера, що призводить

до забивання шнека конвеєра.

Система автоматичного регулювання процесом сушіння забезпечує стабілізацію вологості сухого корму. Вхідними параметрами системи є температура теплоносія та вологості трав'яної січки. Управління здійснюється шляхом зміни подачі палива та вхідної сировини (рис. 2).

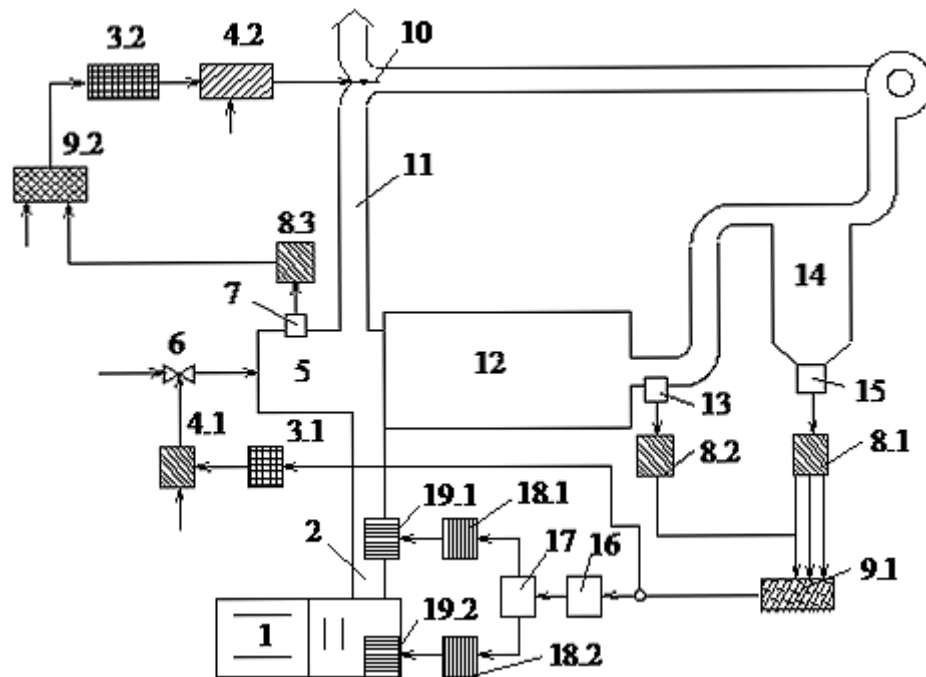


Рисунок 2 - Структурна схема системи автоматизації процесу сушіння

Система містить у собі термопару 13, встановлену на виході сушильного барабана 12, регулятор подачі палива 6 з виконавчим механізмом 4.1 і пусковим пристроєм 3.1, регульовані приводи стрічок транспортера 2 і конвеєри 1 з електродвигунами постійного струму 19 і тиристорними станціями керування 18, потоковий вологомір 15, блок узгодження 17, блок вибірконості 16, що регулює електронний прилад 9.1, коригувальні електронні прилади 8.1 і 8.2.

З метою усунення недоліків існуючої релейно-контакторної схеми управління здійснено заміну її функцій сучасними мікропроцесорними засобами. Мікропроцесорна система управління сушінням (рис. 3) - це інтегрована система, яка забезпечує контроль та управління процесом

сушіння всією сушаркою з одного центрального пункту. Ця система дозволяє централізовано налаштовувати, контролювати та керувати параметрами сушіння, які можуть включати температуру, вологість, вентиляцію та інші аспекти процесу.

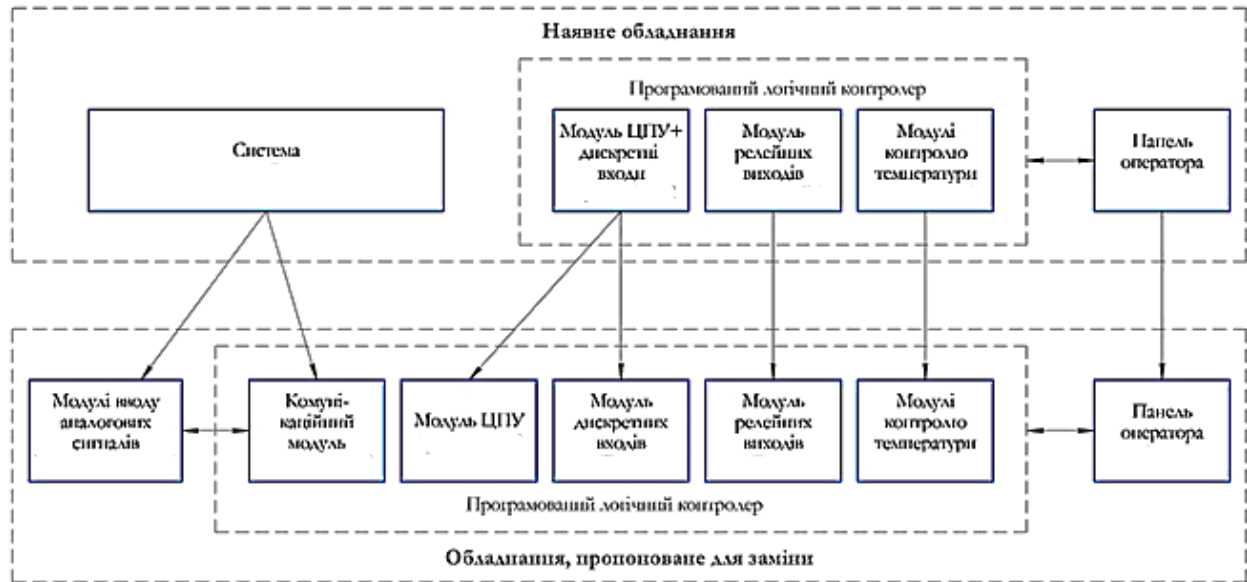


Рисунок 3 - Схема централізованої системи керування сушінням

Централізована система управління спрощує процес управління сушінням, дозволяючи операторам ефективніше контролювати та оптимізувати процес, координуючи його з одного центрального пункту замість окремого контролю кожної сушарки окремо.

Література:

1. І. І. Ревенко та ін., *Машини та обладнання для тваринництва*. Київ/Україна: Кондор, 2012.
2. Є. Л. Жулій, *Електропривод сільськогосподарських машин, агрегатів та поточкових ліній*. Київ., Україна, 2002.

УДК 004.9

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АКТУАЛІЗАЦІЇ ПОЛІСІВ АВТОСТРАХУВАННЯ

Спасьонов К.С.

Актуалізація полісів автострахування є критично важливою для забезпечення ефективного функціонування страхового ринку та захисту інтересів усіх учасників дорожнього руху. Цей процес дозволяє своєчасно оновлювати інформацію про страхові поліси, запобігати використанню недійсних документів, виявляти шахрайство та забезпечувати прозорість взаємодії між страховими компаніями, державними органами та власниками транспортних засобів, що, у свою чергу, сприяє підвищенню довіри до страхового ринку та покращенню безпеки на дорогах. Розглянемо приклади основних проблем, які пов'язані за цим процесом.

Перша проблема - це високий рівень шахрайства. Використання недійсних або підроблених страхових полісів є серйозною проблемою. Відсутність ефективного інструменту для швидкої перевірки актуальності полісу ускладнює боротьбу зі страховим шахрайством. За даними досліджень, недосконалі процедури розрахунку та здійснення страхових виплат сприяють зростанню кількості шахрайських випадків [1].

Другою важливою проблемою є нерівномірне оновлення даних. Багато страхових компаній та державних органів стикаються з проблемою застарілих даних у базах. Це ускладнює перевірку валідності полісів під час аварій, контрольних перевірок або оновлення інформації про власників транспортних засобів. Відсутність актуальних даних може призвести до затримок у виплатах та зниження довіри клієнтів до страхових компаній.

Третя проблема це ручна обробка даних. Багато страхових компаній досі покладаються на ручний спосіб обробки та перевірки інформації про поліси, що збільшує ризик помилок, сповільнює робочі процеси та ускладнює взаємодію між компаніями та державними структурами. Автоматизація цих

процесів могла б значно підвищити ефективність роботи та зменшити кількість помилок.

Четверта проблема це вплив на безпеку дорожнього руху. Недійсні поліси або їх відсутність підвищують фінансові ризики для учасників ДТП та ускладнюють контроль за дотриманням страхового законодавства. Це негативно впливає на загальний рівень довіри до страхових компаній та може призвести до зростання кількості незастрахованих транспортних засобів на дорогах [2].

П'ята проблема – це слабка автоматизація перевірки валідності. На сьогоднішній день лише деякі страхові компанії використовують автоматизовані системи для перевірки полісів. Це обмежує швидкість і масштабність перевірок, особливо під час масових перевірок транспортних засобів. Впровадження сучасних технологій, таких як OCR (Optical Character Recognition) та машинне навчання, могло б значно покращити цей процес.

Отже, шляхи вирішення даних проблем лежать на поверхні. Сучасні технології, такі як машинне навчання та OCR, значною мірою здатні прискорити процес перевірки полісів, автоматизуючи аналіз даних і виявлення шахрайства. Інтеграція централізованих баз даних, що забезпечують доступ до актуальної інформації, а також вдосконалення нормативно-правової бази сприятимуть прозорості, підвищенню ефективності страхового ринку та зниженню фінансових ризиків.

На сьогодні існує багато різних засобів для створення інформаційних систем, зокрема для проєктування, моделювання та взаємодії з базами даних. Серед вивчених нами інструментів можна виділити Microsoft Access та MySQL Workbench, які активно використовуються для створення та управління інформаційними базами даних. Крім того, сучасний ринок пропонує широкий вибір популярних інструментів, таких як SQL-бази даних (наприклад, SQL Workbench, PostgreSQL) та NoSQL рішення (наприклад, CouchDB, MongoDB) [3].

Особливої уваги заслуговує MongoDB, яка є однією з провідних NoSQL баз даних. Вона забезпечує гнучкість у роботі з неструктурованими даними, високу продуктивність і масштабованість, що робить її ідеальним вибором для розробки сучасних інформаційних систем. Саме на основі MongoDB я виконав цю роботу, демонструючи її ефективність у моделюванні, зберіганні та обробці інформації для заданого завдання.

Під час виконання роботи була створена одна основна таблиця, яка об'єднує інформацію, необхідну для забезпечення цілісності та взаємодії даних у системі. Ця таблиця містить ключові атрибути, що включають (рисунки 1.1-1.3):

- дані про власників полісів, такі як ім'я, контактна інформація
- ідентифікатори транспортних засобів, для унікальної ідентифікації записів
- інформацію про страхові полюси, включаючи номер страхового полісу, дату активації, термін дії та статус.
- деталі транспортних засобів, зокрема реєстраційний номер.

```
...username: String,
...regPlate: String,
...phone: String,
...polisNumber: String,
...havePolis: {
  ...type: Boolean,
  ...default: false
},
...polisStart: String,
...polisFinish: String,
...link: String,
...model: String,
...insuranceCompany: String,
...isChecked: {
  ...default: false,
  ...type: Boolean
},
}, {timestamps: true, versionKey: false,});

function getCarModel(collectionName) {
  ...return mongoose.models[collectionName] || mongoose.model("Car",
  carSchema, collectionName);
}
```

Рисунок 1.1 - код моделі MongoDB з використання мови фреймворка NodeJS



Рисунок 1.2 – Вихідні записи щодо машин

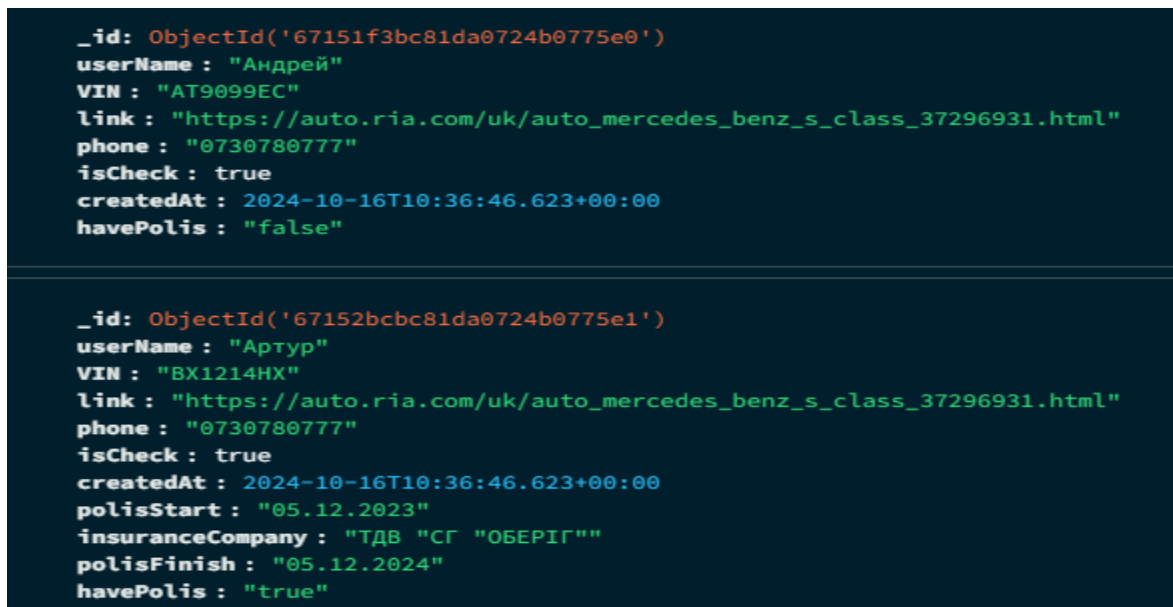


Рисунок 1.3 – Оновлені записи щодо машин

Література:

1. Автострахування в Україні: які зміни чекають на автоцивілку. URL: <http://surl.li/gbdofw>
2. Страхування авто в Україні - що зміниться та скільки коштує зараз. URL: <http://surl.li/ncakry>
3. Розробка ECOMMERCE проектів Technologies MONGO DB. URL: <https://brander.ua/technologies/mongo-db>

УДК 004.02

АНАЛІЗ КРИТЕРІЇВ ДЛЯ ВИБОРУ CRM СИСТЕМИ ДЛЯ СТАРТАПУ ІТ КОМПАНІЇ

Філь Н.Ю., Белогуров С.О.

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
Харків*

CRM система (customer relationship management) – це спосіб управління взаємовідносинами з клієнтами та оптимізації бізнес-процесів. CRM-система допомагає організувати роботу з лидами, відстежувати дії клієнтів і автоматизувати комунікації [1].

CRM система об'єднує всі необхідні інструменти для роботи з клієнтами і збільшення продажів. Зазвичай CRM-система включає модулі для: ведення клієнтської бази; прийому декількох потоків лідів; збору відомостей про покупців; автоматизації роботи відділу продажів; автоматизації бізнес-процесів (воронки статусів і воронки продажів); контролю діяльності продавців і менеджерів; планування та оптимізації часу роботи співробітників; управління угодами і договорами; автоматизації програм лояльності; аналізу цільової аудиторії [1].

Багато українських компаній все ще ведуть облік покупців в Excel або інших офісних програмах. В деяких компаніях навіть немає єдиної клієнтської бази. Для утримання існуючих і нових клієнтів необхідно впроваджувати ефективні інструменти автоматизації. Адже впровадження CRM системи спрощує створення бізнес-стратегії та сприяє розвитку компанії. Згідно зі статистикою, впровадження CRM у повсякденні процеси дає кращі результати [2]:

- 74% компаній стверджують, що технологія CRM надає доступ до більш вичерпних даних клієнтів;
- поліпшена доступність даних, пропонована технологією CRM, зменшує складність циклу продажів у середньому на 8-14%;

- дослідження Salesforce показує, що використання програмного забезпечення CRM збільшує продажі до 29%;
- 92% компаній вважають технологію CRM вирішальною для досягнення своїх бізнес-цілей;
- близько 47% користувачів CRM стверджують, що технологія має величезний вплив на рівень задоволеності їхніх клієнтів.

Стартап – це амбітні плани, але й вельми скромні ресурси, більша частина яких являє собою ентузіазм засновників. Клієнтів у таких проєктів не багато та на їхній пошук спрямовані основні зусилля команди стартапу. Розглянемо переваги, які надає CRM система для стартапу.

Використання CRM системи дозволить поліпшити роботу з клієнтами, адже для стартапу важливий кожен клієнт і на перший план виходить рівень клієнтського сервісу. CRM система дозволяє детально фіксувати історію взаємодії з клієнтом, його потреби та зауваження, результати попередніх переговорів. Окрім того, вбудований таск-менеджер не дасть забути про важливу дату, зустріч, лист або дзвінок.

CRM системи дозволяє відстежувати успішність стратегії продажів, а також будувати прогнози на майбутнє. Це дозволяє не тільки відстежувати шлях кожного клієнта, в також поліпшувати загальну стратегію компанії.

CRM система дозволяє зручно призначати завдання, керувати ними та відстежувати хід виконання. CRM системи мають функцію нагадування, а також передбачені дашборди ефективності для керівників і команди.

CRM система спрощує комунікацію всередині стартапу, оскільки хмарна CRM підтримує паралельний доступ і спільне редагування в режимі реального часу з будь-якої точки світу з будь-якого пристрою.

Використання CRM системи дає змогу максимально автоматизувати рутинні операції, включно з веденням клієнтської бази, масовими розсилками, створенням звітів та іншими.

Під час вибору CRM системи для стартапу необхідно враховувати особливості бізнесу. Основні відмінності стартапу – це невелика команда та

клієнтська база, обмежений бюджет, велика динамічність і відсутність налагоджених бізнес-процесів.

Розглянемо критерії та характеристики, які необхідно враховувати під час вибору CRM системи для стартапу.

Перший критерій – це функціонал. Для стартапу краще вибрати сервіс з мінімально достатнім функціоналом і простим управлінням. Необхідно чітко окреслити завдання, які повинна виконувати CRM-система.

Другий критерій – ціна. Під час запуску стартапу не варто віддавати перевагу дорогим і складним програмам. Існує ризик, що вкладення не окупляться, а багато функцій не будуть використані.

Третій критерій це простий і приємний інтерфейс – це те, що мотивує співробітників використовувати CRM систему. Сьогодні чимало розробників роблять наголос на зручності використання програми, адже її головне завдання – спрощувати роботу.

Четвертий критерій – це гнучкість. Бізнес-процеси стартапів дуже динамічні. CRM система для стартапу повинна вміти змінюватися разом із компанією. Необхідно вибрати CRM з максимально гнучкими налаштуваннями.

Шостий критерій – наявність реальних відгуків.

Сьомий критерій – наявність пробного періоду, щоб протестувати програму і чи дійсно обрана програма підійде компанії.

Широкі можливості автоматизації щоденних завдань і здатність об'єднати всі сервіси в одному інтерфейсі роблять CRM дійсно незамінною програмою для розвитку стартапу.

Література:

1. Що таке CRM-система. URL: <https://kamala-soft.com/uk/blog/chto-takoe-crm-sistema/>.
2. Кузнецова А. CRM-система: що це таке та як обрати найкращу для свого бізнесу? URL: <http://surl.li/nbkrgb>.

УДК 004.75

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТІВ ДЛЯ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ ЛОГІСТИЧНОЇ КОМПАНІЇ

Хейло І.С., Колесник Л.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

В умовах зростання обсягів перевезень та підвищення вимог до якості послуг логістичні компанії змушені застосовувати ефективні методи для управління маршрутами. Система побудови маршрутів – це комплексний інструмент, що дозволяє мінімізувати витрати на транспортування. Одним із класичних методів розв’язання задачі маршрутизації є метод Кларка-Райта, який дозволяє оптимізувати маршрути на основі обчислення економії від об’єднання різних маршрутів у єдиний ланцюг [1].

Класичний метод Кларка-Райта довів свою ефективність, але у реальних умовах логістики часто виникає потреба у його модифікації, щоб врахувати специфічні обмеження, такі як завантаженість транспортних засобів, часові вікна доставки та динамічні зміни у попиті [2]. У цій роботі розглядається модифікований метод Кларка-Райта, що враховує зазначені параметри, а також представлено приклади його застосування в логістичних задачах.

Метод Кларка-Райта базується на принципі обчислення економії від об’єднання двох маршрутів у єдиний. Економія розраховується як різниця між сумою відстаней окремих маршрутів та відстанню об’єднаного маршруту. Формально економія S_{ij} для об’єднання маршрутів до точок i та j обчислюється за формулою:

$$S_{ij} = d_{0i} + d_{0j} - d_{ij}, \quad (1)$$

де d_{0i} і d_{0j} – відстань від складу до точок i та j відповідно;

d_{ij} – відстань між точками i та j .

Методологія класичного алгоритму Кларка-Райта передбачає побудову маршруту шляхом поступового об'єднання точок доставки, при цьому економія розраховується для всіх можливих пар точок.

У базовій формулі методу Кларка-Райта не враховуються такі фактори, як місткість транспортного засобу або часові обмеження [3]. Тому для реалістичних умов ми пропонуємо модифіковану версію методу, яка враховує додаткові коефіцієнти для забезпечення відповідності реальним умовам перевезень.

Зокрема, формула економії коригується за допомогою коефіцієнтів α та β , де α враховує рівень завантаженості транспортного засобу, а β – часові обмеження. Модифікована формула економії виглядає наступним чином:

$$S_{ij} = (d_{0i} + d_{0j} - d_{ij}) \cdot \alpha \cdot \beta, \quad (2)$$

де α – визначається як відношення фактичної маси або об'єму вантажу до максимальної місткості транспортного засобу, а β залежить від часу, необхідного для виконання доставки в обумовлений час. Така модифікація дозволяє оптимізувати маршрут з урахуванням завантаженості та уникати перевантаження.

Окрім обліку завантаженості і часу, модифікований метод передбачає можливість динамічної переоцінки маршрутів у реальному часі [4]. Це досягається за рахунок інтеграції алгоритму з геоінформаційною системою (GIS), яка надає актуальні дані про дорожні умови. Наприклад, якщо під час маршруту з'являються затори або несприятливі погодні умови, система може коригувати маршрут для мінімізації затримок.

У практичному застосуванні це виглядає наступним чином: кожен новий запит на доставку перевіряється на сумісність з поточними маршрутами, а в разі необхідності система здійснює динамічну переоцінку маршруту. Це дозволяє знижувати витрати на перевезення, зберігаючи при цьому високу якість обслуговування клієнтів [5].

Запропонована модифікація методу Кларка-Райта має ряд переваг, таких як підвищення точності розрахунків маршрутів і зменшення витрат на транспорт. Однак вона є більш обчислювально складною і вимагає інтеграції з сучасними інформаційними системами, такими як GIS та ERP. Це підвищує вимоги до технічного забезпечення, але одночасно дозволяє адаптувати систему до динамічних умов сучасної логістики.

Впровадження модифікованого методу Кларка-Райта у системах побудови маршрутів може суттєво підвищити ефективність транспортної логістики. Адаптація алгоритму під специфічні обмеження реального світу дозволяє зменшити витрати, забезпечити дотримання часових вікон та оптимізувати завантаження транспортних засобів. Додатково, можливість динамічного коригування маршрутів у режимі реального часу відкриває нові можливості для підвищення швидкості доставки вантажів.

Література:

1. В. І. Коваленко, М. О. Стеценко, «Алгоритмічні методи оптимізації маршрутів у транспортній логістиці», Технічні науки та технології, т. 12, №1, с. 45-52, 2020.
2. А. П. Мироненко, «Застосування модифікованого алгоритму Кларка-Райта для оптимізації транспортних мереж», Вісник Національного технічного університету України «КПІ», т. 4, с. 33-38, 2019.
3. І. Б. Ткаченко, «Порівняльний аналіз алгоритмів побудови маршрутів для задач транспортної логістики», Логістичний вісник України, т. 9, №3, с. 19-27, 2021.
4. С. А. Романенко, «Удосконалення методів оптимізації маршрутів на основі алгоритму Кларка-Райта», Системний аналіз та моделювання в економіці, т. 3, с. 58-64, 2022.
5. O. Y. Shmaliy and Y. S. Shmaliy, "Routing Optimization Techniques in Transportation Logistics Using the Clarke-Wright Algorithm," IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, vol. 42, no. 6, pp. 125-131, 2018.

УДК 004.75:351.72

БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ЕЛЕМЕНТ ЦИФРОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Хорошайло Ю. Є., Сезонова І. К.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

Актуальність роботи. Технологія блокчейна поступово займає своє місце в енергетиці та виявляється фундаментальною для розвитку цифрової енергетики. Вона дозволяє здійснювати автоматичний моніторинг, спостереження, запис інформації, яка регулює роботу електромережі миттєво та децентралізовано. В роботі розглянуто нові можливості керування процесами споживання та виробництва електроенергії, які базуються на використанні блокчейна.

Матеріал і результати досліджень. Блокчейн в даний час - це одна з розвинених міжнародних децентралізованих систем-сервісів для зберігання та відстеження інформації. Вона виступає універсальною технологією та забезпечує реалізацію великої сукупності комерційних угод у різних сферах. Кожна угода не вважатиметься завершеною (виконаною), якщо її не зареєструють у блоці інформації з індивідуальним складно генерованим хеш-кодом. Цей ланцюжок може зростати необмежено, доки існуватиме система-блокчейн. Справжність угоди одночасно визначають комп'ютери, так звані «майнери», що входять і утворюють систему блокчейн. Їх завдання полягає в тому, щоб підібрати та синхронізувати коди, які будуть відповідати хешу попереднього блоку, а також сумі всіх минулих транзакцій за останні 10 хвилин та згенерувати випадковим чином математичні коди відповідності угодам блоку. Усі майнери виборюють лідерство знаходження коду, оскільки вони отримують винагороду у вигляді біткоїнів за кожен блок транзакцій, а також комісійну винагороду за окрему транзакцію, оброблену з високою швидкістю майнінгу, одиницею виміру якої виступає хеш за секунду.

Технологія блокчейн виявляється фундаментальною для автоматичного моніторингу, відстеження, запису інформації, тобто активу, яким є електроенергія. Блокчейн-технологія займає своє місце у електроенергетиці. Число проектів застосування показує динаміку зростання у різних частинах світу. Кількість компаній та інвестиційних фондів, що беруть участь у пілотних проектах, значно збільшилось в поточному році [1].

Основним способом залучення коштів для реалізації проектів у більшості випадків (75% від загального обсягу інвестицій) є первинне розміщення токенів (так зване ICO, Initial coin offering). Спостерігається пряма участь мережних компаній у проектах [2].

Окреслимо причини інтересу електроенергетики до рішень на блокчейні. Причини пояснюються бажанням учасників проектів пов'язати сучасні виклики щодо реформування ринку з особливістю процесу виробництва-розподілу-споживання електроенергії. Властивості технології щодо практично миттєвої обробки інформації з різних джерел та неможливість її фальсифікації окреслили певні перспективи. Цьому також сприяє зближення кількості абонентів, підключених до Інтернету, та кількості споживачів, підключених до електромережі, у світі.

Втілення нової технології є поштовхом до розробки та впровадження нових цифрових пристроїв, які забезпечать функціонування ергатичних (людино-машинних) інтелектуальних систем.

Наприклад, американська компанія GRID+, яка позиціонує себе як постачальник електроенергії (REP, retail energy platform), пропонує ринку рішення на блокчейні з використанням нових пристроїв. Система проведення розрахунків у режимі реального часу за одноранговими контрактами між об'єктами малої генерації буде працювати за допомогою спеціального електронного пристрою PowerPod, що підключається безпосередньо до лічильника електроенергії та забезпечує точність та безпеку запису даних у блокчейн.

На наступному етапі компанія підключає клієнтів системи за допомогою їх реєстрації та встановлення спеціальних електронних агентів, які підключаються до приладів обліку електроенергії (рис.1).



Рисунок 1 – Прототип електронного агента

Цей електронний прилад проводитиме аналіз споживання електроенергії та будуватиме графіки прогнозів споживання. На підставі прогнозних даних пристрій закуповуватиме електроенергію за день до фактичного споживання. Водночас електронний агент по суті є апаратним гарантом користувача, що зберігає приватний ключ. Розрахунки планується здійснювати за допомогою криптовалют у режимі реального часу із встановленими інтервалами.

Висновки. Актуальними питаннями втілення блокчейн-технологій є питання розробки нових інтелектуальних пристроїв, програмного забезпечення для їх підключення до розрахункової платформи, а також алгоритмів прогнозування ефективного споживання та продажу електроенергії.

Література:

1. Shane Mulligan. Energy, Blockchain, and the role of tokens (2024) // <https://www.investinblockchain.com/energy-blockchain-tokens/>
2. Colleen Metelitsa. Four predictions for Blockchain in Energy in 2018 // <https://www.greentechmedia.com/articles/read/four-predictions-for-blockchain-in-energy-in-2018#gs.zktEQwA>

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ РУХОМ КРОКУЮЧОГО РОБОТА

Щербаков О. В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Наразі мобільна робототехніка переживає фазу бурхливого розвитку. Вченими та інженерами різних університетів і компаній розробляється велика кількість мобільних роботів різних типів, призначених для виконання найрізноманітніших робіт. Наприклад, уже зараз мобільні роботи застосовуються на складах і підприємствах, у лікарнях і бібліотеках, під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, у бойових діях, а також під час проведення наукових досліджень. В залежності від призначення та типу середовища, у якому пересувається робот, обирається й тип пересування. Нині відомі колісні, гусеничні, крокуючі, стрибаючі, повзаючі, плаваючі, літальні, а також комбіновані роботи. Зараз дуже популярними є багатонігі крокуючі роботи, що імітують ходу тварин, комах павуків тощо. Використання таких роботів є ефективним при пересуванні по пересіченій місцевості, оскільки вони мають більшу прохідність, можуть долати перешкоди, підніматися і спускатися сходами тощо [1]. Тому актуальним є завдання керування рухом таких роботів.

Розглянемо спрощену схему кінцівки крокуючого робота (рис. 2а).

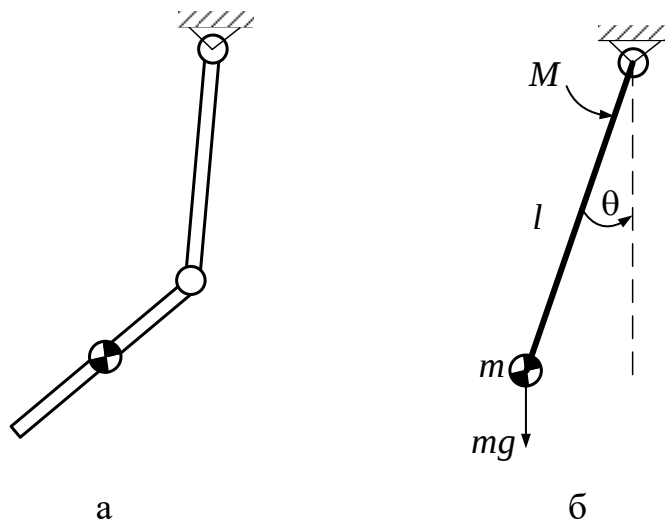


Рисунок 2 – Схематичне зображення кінцівки робота (а) та його представлення у вигляді маятника (б)

Поширеним підходом у робототехніці та біомеханіці є представлення кінцівки крокуючого робота як маятника (рис. 2б). Такий підхід допомагає спростити аналіз динаміки кінцівки та розробляти системи керування для пересування роботів [2].

Рівняння руху кінцівки робота у вигляді маятника, що відхиляється від вертикалі на кут θ (рис. 2б) описується наступною формулою:

$$ml^2\ddot{\theta}(t) + b\dot{\theta}(t) + mgl \cdot \sin\theta(t) = M(t). \quad (1)$$

де m – маса кінцівки, що представлена у вигляді точкової маси на кінці кінцівки,

l – довжина маятника,

b – коефіцієнт тертя.

M – керуючий момент,

g – прискорення вільного падіння.

Відповідна рівнянню (1) блок-схема у Simulink наведена на рис. 2.

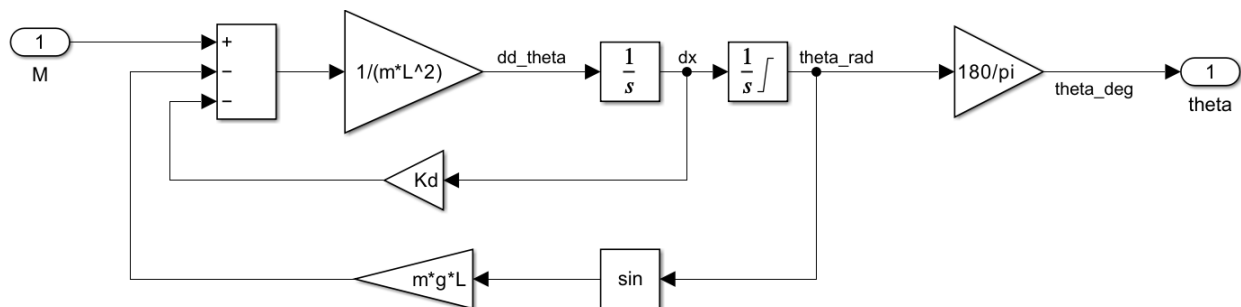


Рис. 2. Модель кінцівки робота у Simulink

Для керування будемо використовувати ПД-регулятор (рис. 3). Проте, рівняння (1) є нелінійним, тому необхідно його лінеаризацію. Її також виконаємо за допомогою можливостей Simulink, точніше додатків Linearization Manager та Model Linearizer.

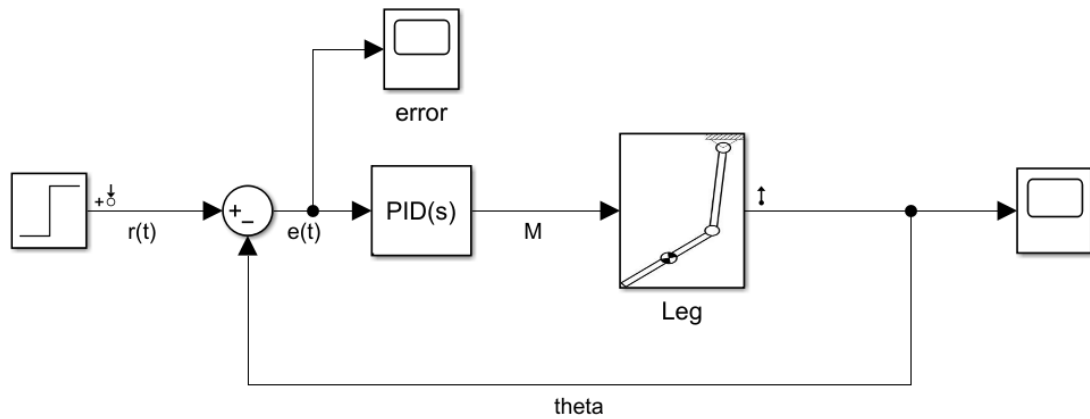


Рис. 3. Simulink-модель системи керування з вхідною та вихідною точками для лінеаризації

Після лінеаризації можна визначити параметри ПІД-регулятора, який би забезпечив час регулювання $t_p < 0,8$ с, та перерегулювання $\sigma < 10\%$. Результати роботи системи керування з синтезованим регулятором ілюструють рис. 4 а,б. Як видно з цих рисунків, система керування задовольняє висунутим вимогам: $t_p = 0,7$ с, а $\sigma = 7,7\%$.

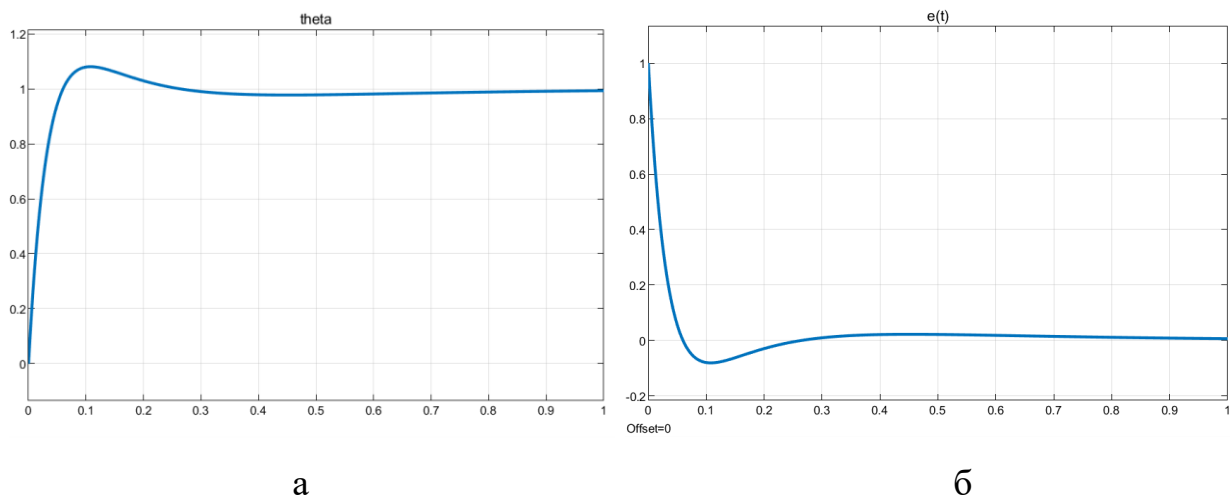


Рис. 4. Перехідна функція системи керування (а) та зміна помилки керування у часі (б)

Література:

1. Гурко О.Г., Барсуков Д.Д. Аналіз конструкцій та розробка моделі біоморфного крокуючого робота. Матеріали XXIII Всеукраїнської науково-

технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів. Одеса, 20-21 квітня 2023 р. - Одеса, Видавництво ОНТУ, 2023 р. С. 337-339.

2. Parra Ricaurte, E.A., Pareja, J., Dominguez, S. *et al.* Comparison of leg dynamic models for quadrupedal robots with compliant backbone. *Sci Rep* 12, 14579 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18536-7>

УДК 519.876.5: 658.512

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОНАННЯ ПАКЕТІВ РОБІТ У КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОМУ ВИРОБНИЧОМУ ПРОЦЕСІ

Щолоков І. С., Безкоровайний В. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

До комп'ютерно-інтегрованих технологічних процесів (КІТП) у сучасних виробничих компаніях висуваються все більш високі вимоги щодо якості продукції, їх екологічності, гнучкості, продуктивності, економічності, надійності тощо. Для задоволення цих вимог на етапах проєктування, модернізації та керування КІТП розв'язується множина задач їх структурної, топологічної, параметричної оптимізації. У багатьох випадках при їх розв'язанні виникає необхідність найкращого розподілу потоків робіт (операцій) чи пакетів робіт між технологічним обладнанням. З цією метою використовуються математичні моделі і методи розв'язання задач про призначення та методологія математичного моделювання [1].

Для підвищення ефективності КІТП пропонується удосконалити модель процесу розподілу й виконання пакетів робіт, що дозволить більш повно враховувати специфіку робіт, завантаженість обладнання, витрати ресурсів і часові обмеження. Основними завданнями для розроблюваної моделі є: підвищення гнучкості технологічного процесу шляхом динамічного розподілу ресурсів та завдань; забезпечення оптимального використання ресурсів (обладнання, енергетичних, часових ресурсів) [2].

З метою врахування стохастичних факторів пропонується подавати процес розподілу і виконання робіт як процес функціонування системи з чергами (системи масового обслуговування – СМО). У цьому випадку пакети робіт подаються як заявки, що надходять на її вхід у випадкові моменти часу. Такі технології функціонування найбільш характерні для одиничного, малосерійного виробництва, ремонтних цехів. На першій фазі канал СМО здійснює розподіл заявки (пакету робіт) на n споріднених заявок (робіт

різної спеціалізації) між r каналами (технологічного обладнання). Матеріальні (фінансові) витрати, час та якість обробки заявки на другій фазі (виконання технологічних операцій) залежать від характеристик каналу. На останній фазі здійснюється агрегація заявок одного сімейства (складання виробу, оцінка його якості тощо). Її тривалість пропонується подавати випадковою величиною з заданим законом розподілу [3].

Розподіл робіт між каналами здійснюється шляхом розв'язання класичної задачі про призначення за показниками фінансових витрат $k_1(x) \rightarrow \min_x$, витрат часу на виконання пакету робіт $k_2(x) \rightarrow \min_x$ та якості виконання пакету робіт $k_3(x) \rightarrow \max_x$, модель якої для $n=r$ має вигляд [2]:

$$\begin{cases} f(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} x_{ij} \rightarrow \min_x, a_{ij} > 0, i, j = \overline{1, n}; \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, j = \overline{1, n}; \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, i = \overline{1, n}; x_{ij} \in \{0, 1\}, i, j = \overline{1, n}, \end{cases} \quad (1)$$

де $x = [x_{ij}]$, $i, j = \overline{1, n}$ – матриця призначення (елемент $x_{ij} = 1$, якщо i -та робота виконується на j -му обладнанні; $x_{ij} = 0$ – в іншому випадку).

При цьому загальні витрати ресурсні на виконання i -ї роботи на j -му обладнанні враховують витрати на перехід до її виконання після виконання роботи з попереднього пакету.

Для оцінки варіантів розподілу з множини допустимих $x \in X$ в задачі (1) одночасно за всією множиною локальних критеріїв пропонується використати їх адитивну згортку [4]:

$$P(x) = \sum_{l=1}^3 \lambda_l \xi_l(x) \rightarrow \max_{x \in X}, \quad \xi_l(x) = \{[k_l(x) - k_l^-] / [k_l^+ - k_l^-]\}^{\alpha_l}, \quad l = \overline{1, 3}, \quad (2)$$

де $P(x)$ – функція загальної якості розподілу робіт $x \in X$; λ_l – вагові коефіцієнти локальних критеріїв, $\lambda_l \geq 0$, $l = \overline{1, 3}$, $\sum_{l=1}^3 \lambda_l = 1$; $\xi_l(s)$ – функція корисності локального критерію $k_l(x)$; k_l^+ , k_l^- – найкраще та найгірше

значення локального критерію $k_l(x)$; α_l – параметри, які визначають вид функції корисності значень локального критерію (увігнута, випукла чи лінійна).

Для визначення часу виконання пакетів робіт пропонується здійснювати імітаційне моделювання процесу як Q-схеми, подаючи вхідний потік пакетів як джерело Д, можливі черги перед технологічним обладнанням як накопичувачі Н_і, а технологічне обладнання як канали К_і (рис. 1).

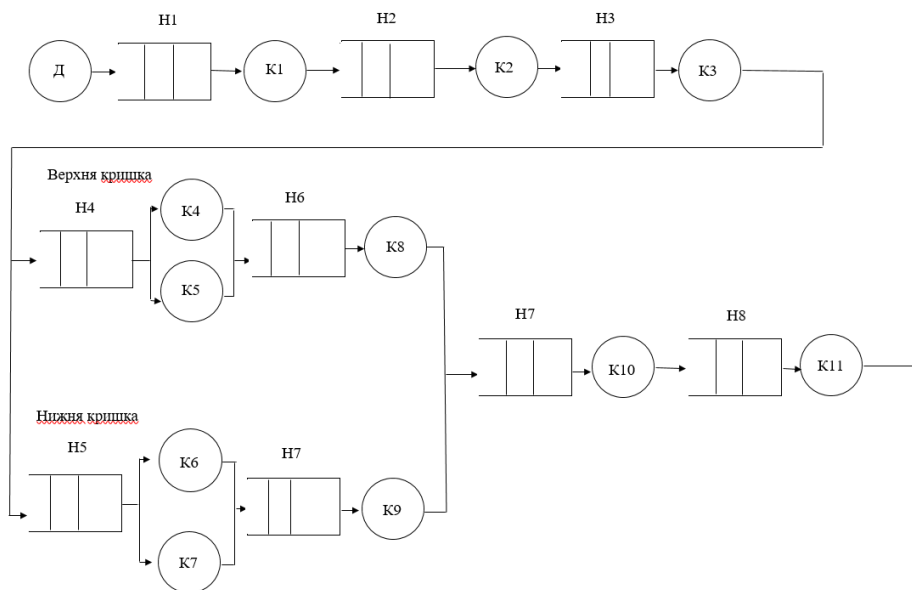


Рисунок 1 – Фрагмент Q-схеми процесу виготовлення корпусу електронного приладу

Для програмної реалізації моделі обрано пакет імітаційного моделювання GPSS W. Як достовірність отримуваних оцінок α використано ймовірність того, що отримане значення похибки моделювання ε не перевищить задане значення ε^* : $p[|\tau(x) - \bar{\tau}| \leq \varepsilon^*] = \alpha$. З урахуванням цього отримаємо співвідношення для оцінки похибок і необхідної кількості комп'ютерних експериментів:

$$\varepsilon = t_{\alpha} \sigma / \sqrt{N}, \quad N^* = t_{\alpha}^2 \sigma^2 / \varepsilon^2, \quad (3)$$

де t_{α} – квантиль нормального розподілу ймовірностей для заданого рівня достовірності α ; σ – середньоквадратичне відхилення отриманої оцінки.

Запропонована модель дозволяє СІМ-системам підвищити

продуктивність за рахунок ефективного розподілу ресурсів і скорочення часу простою. Її перевагами є: гнучкість (динамічно реагує на зміни у доступності ресурсів і дозволяє коригувати планування); зниження витрат (завдяки оптимізації ресурсів скорочуються енергетичні витрати та простої обладнання); підвищення точності (забезпечує кращий контроль над процесом виконання завдань, що знижує ймовірність помилок).

Отримані результати дозволяють підвищити ефективність технологій структурної та параметричної оптимізації КІТП в процесах їх проєктування, реінжинірингу чи керування ними. Їх використання сприятиме, зокрема, підвищенню продуктивності КІТП за рахунок скорочення часу виконання пакетів робіт, підвищувати якість продукції.

Напрямами подальших досліджень можуть бути врахування залежності між складними роботами пакетів, упровадження технологій штучного інтелекту для прогнозування потреби у технологічному обладнанні й автоматичного коригування планів в умовах зміни вимог.

Література:

1. Anil Kumar Inkulu and M.V.A. Raju Bahubalendruni, "Optimal resource allocation for multiple shop floor tasks in collaborative assembly", *Computers & Industrial Engineering*, vol. 185, pp. 109695, 2023.
2. В. В. Безкоровайний, Д. В. Чоломбитко, «Моделювання процесу багатокритеріального розподілу та виконання пакетів робіт під час проєктування технологічних систем», *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*, вип. 104, с. 7-14, 2024.
3. V. Bezkorovainyi, H. Bezuhla and D. Cholombytko, "Mathematical models of the cyclic work package distribution task", in *Innovative Integrated Computer Systems in Strategic Project Management*. Riga: ISMA, 2022, pp. 7-15.
4. Beskorovainyi V., "Combined method of ranking options in project decision support systems", *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, no 4 (14), pp.13-20, 2020.

УДК 004.09

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ПРАЦЕВЛАШТУВАННЯ ВИПУСКНИКІВ КАФЕДРИ

Мірошніченко Д.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Сучасні реалії українського ринку праці вимагають особливої уваги до питання працевлаштування випускників, особливо з огляду на економічну та політичну ситуацію в країні [1]. У зв'язку з евакуацією великої кількості заводів і підприємств зі східних і південних регіонів України численні випускники залишилися без можливості знайти роботу за місцем проживання [2]. Багато підприємств призупинили свою діяльність або перемістилися до безпечніших регіонів, що призвело до значного скорочення робочих місць [3].

Молоді спеціалісти, зокрема випускники кафедри Автоматизації та комп'ютерно інтегрованих технологій, зіштовхуються зі значними труднощами при пошуку першого робочого місця [1]. Відсутність досвіду та обмежені можливості ринку праці посилюють конкуренцію серед нових випускників, які тільки починають кар'єру [2]. У результаті це призводить до значної невідповідності між кількістю випускників та кількістю доступних робочих місць у галузі [4].

Через це університети, включно з ХНАДУ, потребують інструментів для ефективного моніторингу працевлаштування своїх випускників [5]. Така інформація дозволяє не лише відстежувати зайнятість випускників, а й аналізувати відповідність навчальних програм вимогам ринку праці [6]. Наявність актуальної інформації про зайнятість випускників допоможе кафедрі реагувати на нові вимоги ринку та коригувати навчальні програми, щоб підготувати студентів до сучасних викликів ринку праці [3].

Для вирішення зазначеної проблеми та забезпечення ефективного моніторингу працевлаштування випускників необхідно розробити інформаційну систему, яка дозволить кафедрі Автоматизації та комп'ютерно

інтегрованих технологій отримувати актуальну інформацію про працевлаштування своїх випускників [6]. Ця система повинна стати надійним джерелом для збору, обробки та аналізу даних про випускників, їхні місця роботи, посади, відповідність посад отриманим спеціальностям, а також тенденції та зміни на ринку праці [4].

Функціонал інформаційної системи повинен включати:

- збереження даних про випускників: облік усіх випускників кафедри з детальними відомостями про кожного з них, такими як рік випуску, спеціальність, форма навчання, середній бал тощо [7].

- відстеження місця роботи та посади: внесення інформації про працевлаштування випускників, що дозволяє відслідковувати, чи відповідає їхня посада отриманій спеціальності, а також відслідковувати зміни у працевлаштуванні [8].

- регулярне оновлення статусу: можливість оновлення інформації про кожного випускника з метою моніторингу його кар'єрного зростання [9].

- формування звітності: автоматизоване формування звітів для адміністрації університету, зокрема для аналізу ефективності освітніх програм, а також для державної звітності [10].

Інформаційна система сприятиме підтримці зв'язків із випускниками, надасть можливість кафедрі своєчасно коригувати навчальні програми, що підвищить конкурентоспроможність випускників на ринку праці та підніме репутацію університету [6].

На сьогоднішній день існує багато інструментів для створення інформаційних систем, кожен із яких має свої переваги та особливості [4]. Серед таких засобів особливо поширені системи управління базами даних (СУБД), які дозволяють зберігати, керувати та обробляти великі обсяги даних [8]. Серед найпопулярніших СУБД можна виділити:

- MySQL: відкрита і безкоштовна реляційна СУБД, що добре підходить для веб-застосунків і корпоративних систем [9].

– PostgreSQL: потужна реляційна база даних, яка надає широкі можливості для роботи з великими обсягами даних і складними запитамі [7].

– Oracle: комерційна СУБД, що підходить для великих корпоративних систем і забезпечує високий рівень безпеки та масштабованості [10].

– Microsoft SQL Server: потужна СУБД для корпоративного використання, яка інтегрується з іншими продуктами Microsoft [6].

– MongoDB: нереляційна база даних для зберігання великих обсягів неструктурованих даних [8].

Для реалізації інформаційної системи моніторингу працевлаштування випускників було обрано MySQL Workbench [9]. Цей інструмент пропонує безкоштовний доступ, простий у використанні інтерфейс і широкий набір функцій для моделювання баз даних і розробки ER- та EER-моделей [9]. Оскільки MySQL Workbench активно використовується на практичних заняттях в ХНАДУ, студенти мають змогу застосовувати свої знання під час створення реальних проєктів, що робить його ідеальним вибором для даної задачі [9].

Створена EER-модель системи моніторингу працевлаштування випускників складається з кількох основних сутностей та зв'язків між ними. Вона побудована для зберігання, обробки та аналізу даних про випускників кафедри Автоматизації та комп'ютерно інтегрованих технологій.

Таблиця «Випускник»: Атрибути: ID випускника, ім'я, прізвище, рік випуску, спеціальність, форма навчання, джерело фінансування (бюджет або контракт) (рисунки 1).

Опис: Кожен випускник представляється унікальною сутністю, що зберігає інформацію про індивідуальні характеристики кожного випускника. Це дозволяє відстежувати кар'єру випускників, формувати звіти про їхнє працевлаштування та забезпечувати доступ до історії їхнього кар'єрного зростання.

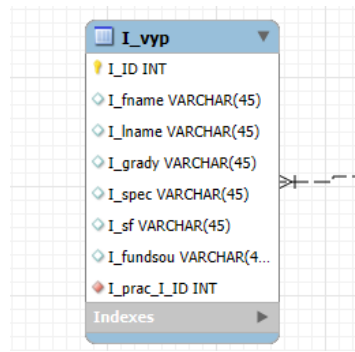


Рисунок 1 – Таблиця «Випускник»

Таблиця «Працевлаштування»: Атрибути: ID працевлаштування, статус зайнятості (наприклад, працює, безробітний, в армії), посада, місце роботи, відповідність посади отриманій спеціальності, дата початку роботи (рисунок 2).

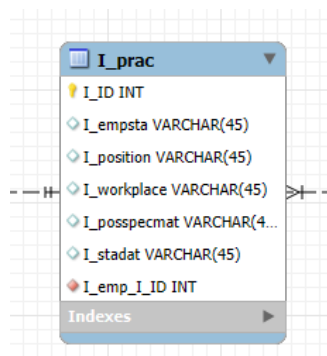


Рисунок 2 – Таблиця «Працевлаштування»

Опис: Таблиця "Працевлаштування" містить інформацію про місце роботи та статус зайнятості випускника. Це забезпечує можливість відслідковувати зміни в працевлаштуванні випускників, фіксувати їхні посади та порівнювати їх із отриманою спеціальністю.

Таблиця «Роботодавець»: Атрибути: ID роботодавця, назва компанії, галузь діяльності, контактна інформація (рисунок 3).

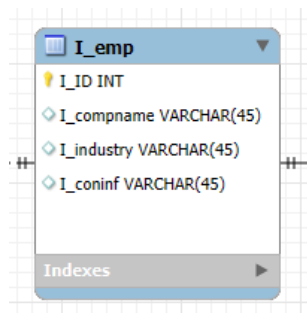


Рисунок 3 – Таблиця «Роботодавець»

Опис: Включення інформації про роботодавців дозволяє кафедрі підтримувати зв'язки з різними підприємствами, що наймають випускників, а також аналізувати, які галузі найактивніше залучають випускників кафедри.

Таблиця «Кафедра»: Атрибути: назва кафедри, факультет, контактна інформація (рисунок 4).

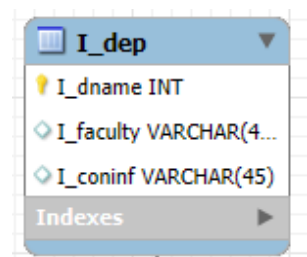


Рисунок 4 – Таблиця «Кафедра»

Опис: Сутність «Кафедра» зв'язує випускників із навчальною структурою університету, до якої вони належать. Це дозволяє фіксувати зв'язок між випускниками та та кафедрою, що готувала їх до професійної діяльності. Наявність такого зв'язку спрощує аналіз ефективності навчальних програм конкретної кафедри, а також дозволяє формувати звіти щодо працевлаштування випускників, прив'язані до кафедри.

Розглянемо зв'язки між таблицями (рисунок 5).

«Випускник» - працевлаштування»: один випускник може мати кілька записів про працевлаштування, що дозволяє відстежувати його кар'єрний розвиток.

«Працевлаштування» - «Роботодавець»: кілька випускників можуть працювати в одному місці, тому зв'язок є багато до одного.

«Випускник» - «Кафедра»: кожен випускник належить до конкретної кафедри, що дає можливість відстежувати ефективність підготовки.

Таким чином розробка та впровадження інформаційної системи моніторингу випускників дасть змогу підвищити оперативність збору відомостей про поточний стан зайнятості випускників, їхнє працевлаштування та розвиток кар'єри, збільшити швидкість опрацювання даних.

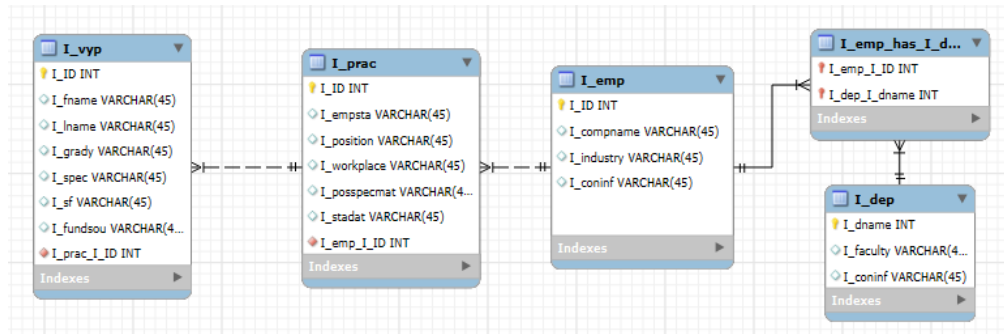


Рисунок 5 – Зв'язки між таблицями

Література:

1. Звіт Державної служби зайнятості України. Актуальні проблеми зайнятості населення в умовах воєнного стану. [Онлайн]. Доступно: <https://www.dcz.gov.ua>

2. Міністерство освіти і науки України. Аналітичний звіт щодо працевлаштування випускників закладів вищої освіти. [Онлайн]. Доступно: <https://mon.gov.ua>

3. Закон України "Про зайнятість населення". [Онлайн]. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5067-17>

4. MySQL Workbench User Manual. Офіційна документація. [Онлайн]. Доступно: <https://dev.mysql.com/doc/workbench/en/>

5. PostgreSQL Documentation. Офіційна документація. [Онлайн]. Доступно: <https://www.postgresql.org/docs/>

6. MongoDB Manual. Офіційна документація. [Онлайн]. Доступно: <https://www.mongodb.com/docs/manual/>

7. Oracle Database Documentation. Офіційна документація. [Онлайн].
Доступно: <https://docs.oracle.com/en/database/>
8. Microsoft SQL Server Documentation. Офіційна документація.
[Онлайн]. Доступно: <https://learn.microsoft.com/en-us/sql/>
9. Використання інформаційних систем для моніторингу
працевлаштування. Науково-практичне видання. Київ, 2022. с. 23-45.
10. Підручник з інформаційних технологій. Використання баз даних
у моніторингу. Львів: Технології, 2020. 250 с.

ADAPTIVE LEARNING WITH AI: ANALYSIS OF EXISTING SOLUTIONS AND DEVELOPMENT PROSPECTS

Altynali N.

*Almaty University of Power Engineering and Telecommunications,
Almaty, Kazakhstan*

Abstract. In the context of rapid technological development, adaptive learning systems are becoming important innovations that can transform the educational process through personalization and interactivity. This article analyzes existing solutions in the field of adaptive learning using artificial intelligence (AI) and discusses the prospects for their further development. Key technologies such as natural language processing, machine learning and recommendation systems that allow content to be adapted to the individual needs of students are being explored. The advantages of such systems in increasing student engagement, academic performance and motivation, as well as their limitations related to ethical aspects and technical barriers, are shown. Based on the analysis of modern research, directions for improving adaptive systems are proposed, including improving scalability, developing inclusive solutions and ensuring data security. The article focuses on the importance of an interdisciplinary approach in the development of educational technologies to create an inclusive and effective learning experience.

Keywords: Adaptive learning, artificial intelligence, personalized education, machine learning, educational technologies.

Introduction. Adaptive learning using artificial intelligence (AI) is one of the key areas in the modern educational process. These technologies offer a personalized approach, taking into account the individual characteristics of students, their learning style, level of training and current needs. The development of adaptive learning systems has led to significant changes in the educational environment, making it more flexible and interactive.

This article is aimed at analyzing existing solutions in the field of adaptive learning, identifying their strengths and weaknesses, as well as identifying promising areas for further development. The work includes the following structural elements:

1. The level of knowledge of the problem. This section provides an overview of current research, analyzes key technologies and their role in improving the educational process.

2. Critical assessment of solutions. The existing adaptive learning systems, their advantages and limitations are considered. Special attention is paid to the ethical aspects and challenges of implementation.

3. Conclusions and prospects. Recommendations are formulated to improve adaptive learning systems, including new approaches to personalization, inclusivity and data security.

The article is aimed at specialists in the field of educational technologies, researchers and practitioners interested in using AI to improve the quality of education.

Modern achievements in adaptive learning. Adaptive learning using artificial intelligence (AI) is one of the fastest growing areas of educational technology. Modern systems strive to personalize the learning process by providing students with resources that match their individual abilities, preferences and learning styles. Such technologies are used in both school and higher education, increasing student engagement and academic achievement.

AI in adaptive learning systems is represented by a wide range of technologies:

- Machine learning: It is used to analyze large amounts of data on student interaction with learning platforms. For example, clustering algorithms group students based on similar behavioral and cognitive characteristics [3].

- Natural Language Processing (NLP): Allows virtual assistants to interact with students through chatbots and voice interfaces, providing timely feedback and support [2].

- Recommendation systems: These algorithms offer learning materials based on student preferences, current progress, and learning needs [1].

The AIIA (Artificial Intelligence-Enabled Intelligent Assistant) system is an example of integrating AI into higher education, where virtual assistants analyze real-time data, create personalized learning routes and provide support through LMS (Learning Management Systems) [2].

Another example is the use of the EdNet Dataset, which provides researchers with data on learning interactions. These data make it possible to evaluate the effectiveness of adaptive systems based on metrics such as student engagement and academic performance [3].

Most empirical studies show that adaptive systems increase students' motivation, engagement, and academic performance. For example: personalized recommendations help to keep students interested in the learning process, adaptive technologies help to eliminate knowledge gaps by adapting the complexity of tasks to the student's level of training [1].

The strength of such systems is their ability to adapt in real time. For example, systems can modify content based on feedback provided by students, or analyze progress using performance metrics.

Limitations and challenges. Despite significant progress, existing research faces a number of challenges:

- Problems of ethics and data privacy: The use of large amounts of student data requires strict compliance with confidentiality standards. In most works, this problem is only indicated, but not considered in depth [2].
- Technical limitations: Processing of big data, especially multimodal (texts, audio, video), is still limited by the performance of modern systems [3].
- Lack of empirical data: Although many studies emphasize the benefits of adaptive systems, their long-term effects on educational outcomes and cognitive development of students remain poorly understood [1].

There are several gaps in the research database. Most research focuses on the application of adaptive systems in controlled settings or on a limited sample of students. The problems of integrating these systems into global educational platforms remain unresolved. Little attention has been paid to the development of systems adapted for students with disabilities or for educational institutions with limited resources. The impact of adaptive systems on the work of teachers has not been sufficiently studied, although such systems can significantly change pedagogical strategies.

Prospects for further research. To eliminate the existing limitations and achieve the full potential of adaptive learning, the following steps are necessary: develop ethical standards for working with student data, in-depth studies of the long-term impact of adaptive systems on educational outcomes, scaling up research to reach global educational systems, including developing countries.

Adaptive learning with AI is already demonstrating high efficiency in solving the problems of education personalization. However, issues related to ethics, accessibility and integration of these systems into the global educational context remain open. In-depth research and collaboration between technology developers, educational institutions and scientists will help overcome these limitations and create truly effective and inclusive educational solutions.

Modern research confirms the high effectiveness of adaptive learning using AI, especially in the context of the personalization of the educational process. Adaptive systems analyze student data in real time and offer individualized learning paths, which helps to increase student engagement and motivation. For example, systems integrated with machine learning algorithms can predict students' learning behavior and intervene in a timely manner to prevent them from falling behind. These approaches demonstrate a marked improvement in academic results, especially for students with low levels of training, as such systems help fill knowledge gaps and improve understanding of complex concepts.

However, the introduction of such technologies faces a number of challenges. Firstly, it is the complexity of integrating such systems into existing educational platforms, which requires significant resources. In addition, AI systems depend on the quality of the data they analyze, which creates the risk of system errors if the data is incorrect or incomplete. Data privacy issues also remain unresolved. Although many studies focus on the importance of confidentiality, there are no generally accepted standards for the ethical use of student data.

Despite these limitations, adaptive learning is actively being implemented in practice. For example, the DreamBox Learning and Smart Sparrow platforms demonstrate a high level of student engagement through the use of real-time

recommendations and flexible content customization. However, further research is needed to understand the long-term impact of adaptive systems on educational outcomes, as well as their effectiveness in various cultural and resource contexts. Only through deeper analysis will it be possible to ensure the scaling of these technologies and their successful application in the global educational environment.

References:

1. Pratama, M. P., Sampelolo, R., & Lura, H. (2023). Revolutionizing education: Harnessing the power of artificial intelligence for personalized learning. *Klasikal: Journal of Education, Language Teaching and Science*, 5(2), 350–357.
2. Sajja, R.; Sermet, Y.; Cikmaz, M.; Cwiertny, D.; Demir, I. Artificial Intelligence-Enabled Intelligent Assistant for Personalized and Adaptive Learning in Higher Education. *Information* 2024, 15, 596.
3. Kolluru, V., Mungara, S., & Chintakunta, A. N. (2018). Adaptive learning systems: Harnessing AI for customized educational experiences. *International Journal of Computational Science and Information Technology*, 6(1/2/3), 13–25.
4. Gorski, A.-T., Tudorache, P., & Gorski, H. (2023). Adaptive learning using artificial intelligence in e-learning: A literature review. *Education Sciences*, 13(12), 1216.
5. Joshi, M. A. (2024). Adaptive Learning through Artificial Intelligence. *International Journal on Integrated Education*, 7(2), 41–43.

ANALYSIS OF AI-DRIVEN APPROACHES TO PROFESSIONAL SELF-DETERMINATION: A FOCUS ON PSYCHOLOGY, SKILLS, AND MARKET TRENDS

Zhaxygeldiyeva K.

Almaty University of Power Engineering and Telecommunications,

Almaty, Kazakhstan

Abstract. Artificial Intelligence (AI) is increasingly transforming career guidance by offering personalized recommendations based on psychological profiles, skill mapping, and labor market trends. This paper examines the current and potential applications of AI in career development, particularly in the fields of psychology, skill mapping, and market trend analysis. By leveraging AI-driven tools, career counselors can provide personalized advice by assessing individual personality traits, cognitive abilities, and professional skills. Additionally, AI systems use real-time labor market data to align individual capabilities with emerging job opportunities, helping people navigate an ever-evolving workforce landscape. This study also explores AI's integration into career counseling tools, such as chatbots, and its role in skill mapping to match personal abilities with career demands. A systematic literature review (SLR) was conducted, including primary studies retrieved from databases such as ScienceDirect, IEEE Xplore, ResearchGate, and ASICT. The findings highlight the growing role of AI in shaping career decisions, offering new opportunities for career development in a competitive job market. Despite being in early stages, AI's potential for revolutionizing career guidance is significant, with the promise of improving decision-making accuracy and aligning skills with market needs.

Keywords: artificial intelligence, career counseling, professional self-determination, psychological self-assessment, personalized career guidance, career development

Introduction. Artificial Intelligence (AI) has revolutionized numerous sectors, and its applications in career guidance and professional self-determination are no exception. As the workforce evolves and new technologies reshape industries, individuals face increasing complexity in making career decisions. AI-driven approaches are increasingly becoming a critical tool in navigating these challenges, offering data-driven insights into career selection based on psychological profiles, skill assessments, and market trends. By analyzing large datasets, AI systems can provide personalized career advice tailored to an individual's strengths, preferences, and potential opportunities within the labor market.

This paper explores the role of AI in career development, with a specific focus on its applications in psychology, skill mapping, and market trends. We examine how AI-driven tools assess psychological factors, such as personality traits and cognitive abilities, to suggest careers that align with an individual's characteristics. Additionally, the study explores the impact of AI in skill mapping, where technologies match an individual's skills to the demands of the labor market, helping to ensure a good fit between a person's abilities and their professional path. Finally, we look into how AI systems leverage real-time labor market data to guide career choices, helping individuals make informed decisions in an increasingly competitive and fast-changing world. The aim of this work is to provide a comprehensive analysis of AI-driven methods in professional self-determination, highlighting both their current applications and future prospects in shaping the workforce of tomorrow.

As AI continues to evolve, the future of career guidance looks even more promising. With advancements in natural language processing (NLP), machine learning, and data analytics, AI-based career counseling tools are expected to become increasingly sophisticated. These tools will not only provide real-time, dynamic advice based on an individual's current profile but also predict future career trajectories by analyzing trends in the labor market, emerging industries, and technological developments. By enabling individuals to better understand the intersection between their personal skills, psychological profile, and external market conditions, AI has the potential to significantly enhance career planning and professional growth. As the workplace continues to undergo transformation due to automation and digitalization, AI-driven career guidance will be crucial in helping individuals adapt to new roles, acquire relevant skills, and stay competitive in a rapidly evolving job market.

Current Applications of AI in Career Guidance. Artificial Intelligence (AI) is increasingly integral to human resource management, providing substantial advantages in efficiency, cost reduction, and decision-making. According to

Microsoft's research (2019), AI has the potential to double innovation rates and enhance productivity by reducing repetitive tasks, enabling employees to focus on skill development and achieve a better work-life balance. In recruitment, AI streamlines processes, boosts HR productivity, and improves the applicant experience. Beyond hiring, AI aids career growth by assessing skills, understanding employee aspirations, and offering data-driven insights for professional development. As digitalization reshapes the workforce, some traditional roles may face challenges, but AI can support adaptive career growth by helping individuals explore new paths and gain relevant skills for a changing work landscape. This trajectory underscores AI's role in achieving sustainable success for both employees and organizations [1].

Modern applications of artificial intelligence (AI) in career guidance play a pivotal role in enhancing the quality and accessibility of professional orientation. AI is actively used to develop platforms that assist students in selecting suitable careers by analyzing their skills, interests, and educational background. For example, AI systems can predict the most likely career paths with high accuracy, as shown in a study predicting students' career choices with 74.1% accuracy [2]. AI also aids in career matching by connecting students with appropriate companies and positions, optimizing the labor market [2]. Furthermore, AI provides personalized career recommendations based on the analysis of professional data and industry trends, making career guidance more accurate and effective. The development of such intelligent platforms allows for the automation of career selection processes, reducing the burden on traditional counseling services and providing students with valuable tools for professional growth.

AI-powered career counseling systems are revolutionizing how students navigate career choices after higher secondary education. These systems assess a student's complete academic profile, including their grades and extracurricular activities, to offer personalized career suggestions. By considering a wide array of factors, such as skills, interests, and academic performance, AI systems significantly reduce the likelihood of academic misalignment and poor professional

decisions. Moreover, they provide a more tailored approach to career guidance, ensuring that each student's unique strengths and preferences are considered. These advancements are not only enhancing the decision-making process but also helping students understand their potential career paths more clearly. In addition, such systems incorporate data-driven predictions to align students with professions that match both their capabilities and the demands of the workforce. As explored in the research [8], AI's role in career counseling is becoming integral in shaping students' futures, with the potential for further growth in providing actionable insights and comprehensive guidance.

AI is increasingly being utilized in career guidance to enhance decision-making processes and support students in making informed career choices. Current applications of AI in career guidance include career counseling tools, skill mapping, and personality-based career selection systems, all of which leverage AI to analyze vast amounts of data and provide personalized recommendations. AI-based career counseling tools, such as chatbots, are designed to assist individuals by offering real-time guidance and personalized advice based on their preferences and skills. These tools can also integrate with various career assessment systems to help students identify career paths that align with their interests and abilities. Additionally, AI is being used in skill mapping to match individuals' skillsets with available career opportunities, ensuring a better fit between a person's abilities and their chosen profession. As AI technologies continue to evolve, these tools are expected to become more sophisticated, offering even more tailored and accurate guidance to individuals in their career journeys [10].

AI-Based Career Counseling Tools and Chatbots. AI-based career counseling tools and chatbots have emerged as innovative solutions to address the challenges faced by secondary school students in navigating their career paths. These systems utilize advanced machine learning models and natural language processing (NLP) techniques to assess a student's personality, academic skills, and interests, ultimately providing tailored career recommendations. By combining

these technologies, AI-powered chatbots offer personalized guidance that adapts to each student's unique profile, ensuring that recommendations align with their strengths and aspirations. The integration of external APIs for career path suggestions further enhances the system's ability to offer up-to-date, industry-specific advice. The proposed methodology emphasizes a secure user authentication process, an interactive personality and skills assessment, and continuous feedback integration, which collectively contribute to a more engaging and effective counseling experience for students. Such systems not only enhance the accuracy and relevance of career advice but also ensure data privacy and security, which is crucial when working with sensitive personal information of minors [3].

In the research presented by [4], the development of a chatbot system aimed at assisting students, faculty, and staff with college-related inquiries is explored. The chatbot leverages natural language processing (NLP) algorithms to process user inputs, identify intents, and match them with appropriate responses from a predefined dataset. The design follows an iterative agile methodology, where prototypes are quickly developed and refined based on user feedback. The research highlights the importance of understanding user needs, particularly in terms of career guidance and college events, and how these insights guide the chatbot's functionality and user interaction design. Unlike traditional systems, the career counseling chatbot integrates seamlessly with the Wit.ai platform, enabling efficient processing of queries without manual intervention. This system offers valuable insights into the practical applications of NLP for educational purposes, especially in providing personalized career counseling to university students.

The proposed approach for career counseling combines machine learning and natural language processing to create a personalized and interactive experience for students. By leveraging an ML-based career prediction model that analyzes students' talents, educational background, and interests, the system offers tailored career recommendations. The integration of the RASA-powered chatbot enhances the experience further by engaging students in personalized conversations and

providing additional guidance. The use of multiple machine learning algorithms, with KNN achieving the highest accuracy, adds credibility to the effectiveness of the model. Overall, this solution presents a comprehensive and innovative way to support students in making informed decisions about their career paths, offering a modern and practical approach to career counseling [6].

The proposed solution, CareEx, aims to address the challenges faced by students in navigating their career choices, offering a comprehensive platform for career guidance. By leveraging AI and machine learning, CareEx provides a career dendrogram, presenting a wide array of alternatives aligned with real workforce demands in both public and private sectors. This system not only helps individuals identify their interests and explore career options, but also offers personalized advice from successful professionals in the field. Additionally, it assists students in setting realistic professional goals and estimating their chances of gaining admission to their desired universities. By providing insights into future career opportunities and empowering users to better understand their strengths, CareEx offers a valuable tool for students to make informed decisions about their educational and career paths. This innovative approach aims to help students build the skills necessary to thrive in a rapidly evolving job market [7].

AI in Skill Mapping and Personality-Based Career Selection. One of the most significant ethical concerns raised in the study was the need for transparency in the use of AI-powered career guidance services. While students did not explicitly express concerns about the ethical implications of AI, they raised important questions about the data used to generate career suggestions and the underlying algorithms that drive these recommendations. This highlights the critical importance of ensuring transparency in AI systems, particularly in how data is collected, processed, and used to inform decision-making. For instance, students wanted to understand which personal and career data the AI was accessing and how this influenced the guidance they received. Transparency is essential not only for building trust among users but also for ensuring that the AI system

operates fairly and without bias. Furthermore, it addresses broader concerns related to privacy, fairness, and accountability, as AI systems are increasingly embedded in educational and professional contexts. This reflects a growing recognition that AI technologies, while offering significant potential benefits, must be deployed responsibly, with clear communication about how they function and how they impact users. Developing guidelines and frameworks for ethical AI use in career guidance will be key to balancing the promise of personalized, data-driven support with the need to protect users' rights and maintain fairness in the decision-making process [5].

In this study, the performance of different classifiers in predicting MBTI personality types was evaluated using several machine learning techniques, including SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique), feature selection, and popular classifiers such as Support Vector Machine (SVM), Random Forest, and Logistic Regression (LR). SMOTE, which addresses class imbalance by generating synthetic samples, played a crucial role in improving the performance of these classifiers. For instance, Random Forest achieved an accuracy of 91%, with an average AUC of 0.92, demonstrating its robustness in handling imbalanced datasets. The classification results were measured using several metrics, including precision, recall, and F-score.

The formulas for precision ($\text{Precision} = \frac{TP}{TP+FP}$), recall ($\text{Recall} = \frac{TP}{TP+FN}$), and score ($\text{F-score} = 2 \cdot \frac{\text{Precision} \cdot \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}}$) were used to assess the classifier performance across different personality types, where TP, FP and FN represent true positives, false positives, and false negatives, respectively. These formulas reflect the model's ability to correctly identify personality traits while minimizing misclassification.

The experimental results for the classifiers are presented in various tables, which show the performance of each algorithm across different personality types. For example, Random Forest results with SMOTE indicated that the model achieved high precision and recall values for most personality traits, such as 0.88 for extrovert, 0.87 for introvert, and 0.92 for thinking. These results highlight the

ability of Random Forest to handle complex, high-dimensional data effectively. Similarly, SVM also performed well with an average AUC of 0.93 with the best performance observed for thinking (AUC = 0.93) and intuition (AUC = 0.92). These results reinforce the idea that classifier selection, when combined with techniques like SMOTE and feature selection, can significantly improve the accuracy of personality prediction models, offering valuable insights for applications such as career suggestions based on MBTI traits [9].

Conclusion. In conclusion, the integration of artificial intelligence (AI) into career counseling and career choice assistance opens up new possibilities for enhancing the career guidance process. The use of AI significantly increases the accuracy and personalization of recommendations for students, based on a deep analysis of data such as skills, interests, academic achievements, and personal qualities. With technologies like machine learning and natural language processing, AI platforms can effectively predict career paths, help students select the most suitable professions, and even forecast their chances of success in specific fields. These systems automatically analyze vast amounts of data and provide up-to-date advice tailored to the real needs of the labor market.

One key aspect is the use of AI in the form of chatbots and platforms for career counseling, which allow for personalized recommendations in real-time. Through tools such as analysis of academic performance, extracurricular activities, and personal interests, AI systems offer recommendations that are more accurately aligned with students' individual preferences. This significantly reduces the likelihood of errors in career choice and helps prevent academic mismatches. Platforms like CareEx use AI to create careers that meet the actual demands of the labor market and students' potential interests, offering them relevant and well-founded advice on career paths and professional goals.

Additionally, AI is actively used for skill mapping and personality profiling, which allows aligning personal traits with the requirements of professions. AI-based systems can efficiently process data and predict which careers will be most

suitable for an individual. For example, the use of machine learning methods to predict personality types based on the MBTI model shows high accuracy and enables the suggestion of career paths that best match a student's personality traits. This opens new horizons for creating more accurate and justified career recommendations, based on a broader range of factors than just academic performance.

However, despite all the benefits of using AI in career guidance, ethical considerations related to the use of personal data and decision-making algorithms must be taken into account. Recent studies emphasize the need for transparency in data use, as many students express concerns about what data is being used to generate career recommendations and how these recommendations influence their future. It is crucial that such systems operate based on transparent and ethical principles, considering user rights and minimizing the risks of bias in algorithms. This requires AI platform developers to establish clear standards and frameworks that ensure the safety and fairness of these systems.

Thus, despite the potential challenges and risks, AI has a positive impact on the career counseling process, significantly improving the quality and accessibility of services for students. It helps not only make well-informed decisions but also opens up new perspectives for career growth, aligned with the modern demands of the labor market. Future developments in AI will further improve the accuracy and personalization of recommendations, which in turn will provide students with more effective tools for planning their professional lives. It is essential that these technologies develop in accordance with ethical standards, which will allow their full potential to be realized and ensure sustainable success for both students and society as a whole.

References:

1. Lavrač, J., Meško, M., & Jereb, E. (2023). *Artificial Intelligence and Career Development*. In *Interdisciplinarity Counts* (pp. 42). University of Maribor.

https://www.researchgate.net/publication/370425300_Artificial_Intelligence_and_Career_Development

2. Muhammad, R., Patriana, P., Yusrain, Y., Astaman, A., & Manja, M. (2024). *Counselling Career with Artificial Intelligence: A Systematic Review*. *GUIDENA Jurnal Ilmu Pendidikan Psikologi Bimbingan dan Konseling*, 14(1), 299. https://www.researchgate.net/publication/383544779_Counselling_Career_with_Artificial_Intelligence_A_Systematic_Review

3. Patil, S., Rath, S., Shewale, C., Bodakhe, S., Dusane, C., & Bhoje, N. (2024). *AI-Based Career Counseling Chatbot for Secondary-Level Students*. In *Integrating Generative AI in Education to Achieve Sustainable Development Goals* (pp. 201-220). DOI: 10.4018/979-8-3693-2440-0.ch011. https://www.researchgate.net/publication/381144430_AI-Based_Career_Counseling_Chatbot_for_Secondary-Level_Students

4. Suresh, N., Mukabe, N., Hashiyana, V., Limbo, A., & Hauwanga, A. (2021). *Career Counseling Chatbot on Facebook Messenger using AI*. In *DSMLAI '21: International Conference on Data Science, Machine Learning and Artificial Intelligence*. DOI: 10.1145/3484824.3484875. https://www.researchgate.net/publication/357815384_Career_Counseling_Chatbot_on_Facebook_Messenger_using_AI

5. Westman, S., Kauttonen, J., Klemetti, A., Korhonen, N., Manninen, M., Mononen, A., Niittymäki, S., & Paananen, H. (2021). *Artificial Intelligence for Career Guidance – Current Requirements and Prospects for the Future*. *IAFOR Journal of Education*, 9(4), 43-62. DOI: 10.22492/ije.9.4.03. https://www.researchgate.net/publication/354171816_Artificial_Intelligence_for_Career_Guidance_-_Current_Requirements_and_Prospects_for_the_Future

6. Shilaskar, S., Bhatlawande, S., Sawle, P., Gupta, S., & Buche, R. (2024). *Conversational AI for Career Counseling*. *MIT Art, Design and Technology School of Computing International Conference (MITADTSociCon)*, Pune, India, 1-5. DOI: 10.1109/MITADTSociCon60330.2024.10575379. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10575379>

7. Prathibha, S., Shamini, G., Dharshini, S., & Rusitha, U. (2023). *Careex - An AI Assisted Career Guidance and Eligibility Prediction System*. In *Intelligent Computing and Control for Engineering and Business Systems (ICCEBS)*, Chennai, India, 1-6. DOI: 10.1109/ICCEBS58601.2023.10448609. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10448609>
8. Ghuge, M., Kamble, T., Mandrawliya, A., Kumari, A., & Raikwar, V. (2023). *Envisioning Tomorrow: AI Powered Career Counseling*. In *3rd International Conference on Innovative Mechanisms for Industry Applications (ICIMIA)*, Bengaluru, India, 377-383. DOI: 10.1109/ICIMIA60377.2023.10426016. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10426016>
9. Fatima, N., Gul, S., Ahmed, J., Khand, Z., & Mujtaba, G. (2022). *A Rule-Based Machine Learning Model for Career Selection through MBTI Personality*. *Mehran University Research Journal of Engineering and Technology*, 4(2), 185-196. DOI: 10.22581/muet1982.2202.18. https://www.researchgate.net/publication/359648752_A_rule-based_machine_learning_model_for_career_selection_through_MBTI_personality
10. Mavuso, N. C., Jere, N., & vanGreunen, D. (2023). *A Customized Artificial Intelligence Based Career Choice Recommender System for a Rural University*. In *The 9th Annual ACIST Proceedings*. Harare, Zimbabwe and Virtual. <https://digitalcommons.kennesaw.edu/acist/2023/presentations/1/>

BLOCKCHAIN IN EDUCATION: STUDYING SMART CONTRACTS TO CREATE A DECENTRALIZED SYSTEM

***Koshkinbayeva B., Kalpeyeva Z.
Institute of Automation and Information Technologies
Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
B.Koshkinbayeva@su.edu.kz***

Abstract: Recently, blockchain technology has been actively studied and used by both researchers and practitioners. This is due to its unique features, such as decentralization, security, reliability, and data integrity. The article is devoted to the possibility of introducing blockchain technology into the educational environment through smart contracts. To achieve this goal, the following tasks were set: to study blockchain technologies for their applicability in the educational environment; to justify the need for using smart contracts in the educational process; to develop an algorithm for implementing smart contracts for storing educational information and using it for further analysis. The Ethereum platform was chosen for the development of smart contracts. The program code of the smart contract was compiled in the Remix compiler.

Keywords: blockchain technology in education, smart contract, decentralized systems, blockchain technology, Ethereum Virtual Machine(EVM), Remix IDE.

A blockchain is a hack-proof protocol that creates an immutable digital data structure for tracking transactions between participants in a public or private peer-to-peer network. Although blockchain is widely used in business and finance, it also finds significant applications in education. This technology has the potential to revolutionize the educational system by providing affordable and low-cost learning options, changing the relationship between institutions and students, and securely storing digital curricula and papers. Traditionally, hard drives were used for storing such data, but they are susceptible to damage or hacking. Blockchain ensures enhanced security [1].

Smart contracts play a vital role in the educational domain.[2] They can simplify tracking student progress by automatically verifying each task and issuing the next one until the entire program is completed, providing teachers with tools to give more accurate and reliable grades. Blockchain also streamlines the accreditation process, making it more transparent and accessible for students with the necessary permissions. Additionally, it can issue immutable digital higher education diplomas, improving existing certificate verification systems, which often suffer from performance, speed, and reliance on centralized authorities.

While numerous diploma verification systems are still under development, facing issues like data management and dependence on the consensus algorithm, blockchain offers a promising solution [3].

This research presents a unique approach to implementing blockchain technologies in the educational environment by focusing on learning and writing smart contract code. Unlike many existing studies that mainly compare operational platforms and their functionalities, this work provides original smart contract code adapted for educational processes. It aims to explore the practical aspects of using smart contracts, opening new opportunities for automating certification processes and managing educational data, making a significant contribution to the use of blockchain in education.

Now, let's discuss the key features of various existing approaches to creating smart contracts. Anton Vashkevich, in his work "Smart contracts: what, why and how" (2018), examines the main concepts and risks associated with smart contracts, emphasizing their potential for automation and transparency.[4] Alexander Tabernakulov and Jan Koifmann, in "Mastering Ethereum: Building Smart Contracts and dApps", offer a practical guide to developing smart contracts on the Ethereum platform, including code examples and testing aspects.[5] Andreas M. Antonopoulos and Dr. Gavin Woo, in "Blockchain: IBM Limited Edition", discuss the potential of blockchain for business and the importance of secure smart contract development.[6] Manav Gupta, in "Applications for Systematic Smart Contracts on Blockchain", explores systematic approaches to creating smart contracts and their application in various industries.[7] Alvina Sevde Elnara et al., in their systematic literature review on blockchain-based systems for academic certificate verification, analyze solutions for verifying academic certificates using blockchain, highlighting their advantages and disadvantages.[8] Finally, Fisnik Dalipi and his colleagues explore the use of blockchain technologies in education and data verification, focusing on the challenges and opportunities associated with their implementation.[9]

Smart contracts are self-executing contracts with the terms of the agreement directly written into lines of code. They run on the Ethereum blockchain, which is a decentralized platform that enables developers to create decentralized applications (DApps). Ethereum's smart contracts are executed by the Ethereum Virtual Machine (EVM), a computation engine that processes smart contracts and ensures they operate as intended. Solidity is the primary programming language used to write smart contracts for the Ethereum platform. The development of smart contracts for educational systems uses Solidity and the Remix IDE to create, deploy, and manage contracts on the Ethereum blockchain. Solidity is a statically typed programming language specifically designed for writing smart contracts, compiled into bytecode and executed on the EVM. The main components of a contract include a pragmatic expression, state variables, constructor, functions, modifiers, events, and inheritance.

There are several methods for developing a smart contract, one of which is using the Remix IDE, a powerful open-source tool that allows you to develop smart contracts directly from the browser.[10]

First, you need to open the Remix IDE[11] in a browser and create a new file with the .sol extension, which will be used to write code in the Solidity language. The contract begins with the announcement of the Solidity version and the contract itself. The Assignment structure is defined inside the contract, representing the assignment. It contains the following fields:

- **id:** The task ID.
- **content:** The content of the task.
- **isMarked:** A flag indicating whether the task has been evaluated.
- **grade:** The assessment of the task.

Next, the assignments array is defined, which will contain all the tasks. This Solidity[12] smart contract provides basic functionality for managing educational assignments. Users can submit their assignments, and teachers can rate them. The contract ensures that each task can only be evaluated once.

```

1 // SPDX-License-Identifier: MIT
2 pragma solidity ^0.8.22;
3
4 contract EducationContract {
5     struct Assignment {
6         uint id;
7         string content;
8         bool isMarked;
9         uint grade;
10    }
11
12    Assignment[] public assignments;
13
14    function submitAssignment(string memory _content) public {
15        Assignment memory newAssignment = Assignment(assignments.length, _content, false, 0);
16        assignments.push(newAssignment);
17    }
18
19    function markAssignment(uint _id, uint _grade) public {
20        require(assignments[_id].isMarked == false, "This assignment has already been marked");
21        assignments[_id].isMarked = true;
22        assignments[_id].grade = _grade;
23    }
24 }

```

Waiting for GPT answer...

Waiting for GPT answer...

creation of CertificateStorage pending...

[vm] from: 0x8B2...addC4 to: CertificateStorage.(constructor) value: 0 wei data: 0x608...60033 logs: 0 hash: 0x44b...97852

transaction to CertificateStorage.addCertificate errored: Error encoding arguments: Error: Invalid BigNumber string (argument="value",

Figure 1. Smart contract code for job management in the Remix IDE

In this smart contract, there are only two functions:

1. **submitAssignment():** This is a public function with no return value (void) that allows users to submit tasks. When this function is called, a new task is created and added to the array of contract tasks.
2. **markAssignment():** This is also a public function with no return value (void), which allows teachers to evaluate submitted assignments. When this function is called, the task is marked as evaluated, and the score for this task is set.

```

1 // SPDX-License-Identifier: MIT
2 pragma solidity ^0.8.22;
3
4 contract CertificateStorage {
5     // Mapping of certificate IDs to their corresponding details
6     mapping(uint => Certificate) public certificates;
7
8     // Struct to represent a certificate
9     struct Certificate {
10         uint id;
11         string name;
12         string documentHash;
13         address owner;
14     }
15
16     // Event emitted when a new certificate is added
17     event NewCertificate(uint id, string name, string documentHash, address owner);
18
19     // Function to add a new certificate
20     function addCertificate(uint _id, string memory _name, string memory _documentHash, address _owner) public {
21         Certificate memory newCertificate = Certificate(_id, _name, _documentHash, _owner);
22         certificates[_id] = newCertificate;
23         emit NewCertificate(_id, _name, _documentHash, _owner);
24     }
25 }

```

creation of EducationContract pending...

[vm] from: 0x8B2...addC4 to: EducationContract.(constructor) value: 0 wei data: 0x608...60033 logs: 0 hash: 0x244...187e4

creation of CertificateStorage pending...

[vm] from: 0x8B2...addC4 to: CertificateStorage.(constructor) value: 0 wei data: 0x608...60033 logs: 0 hash: 0x46a...607b2

Figure 2. Smart contract code for certificate management

The following smart contract represents a certificate management system, providing secure and efficient storage of certificate data. It includes the following main functions:

- **addCertificate:** Allows you to add a new certificate to the repository.
- **certificates:** Allows you to get information about certificates by their ID.

Calling the addCertificate function allows you to add a new certificate to the repository. Example: In Remix IDE, the user calls the addCertificate function with arguments for the ID, certificate name, document hash, and owner address. The function creates a new certificate with the specified data and saves it to the repository. To get information about a certificate by its ID, you can use the certificates function. Example: The user calls the certificates function with the certificate ID. The contract returns information about the certificate, including its name, the hash of the document, and the address of the owner.

This smart contract demonstrates how blockchain technology can be used to securely and transparently store certificate information, providing quick access and verification for interested parties.

Smart contracts on the blockchain open up new horizons for educational institutions, offering effective solutions for process management and learning. The study clearly identified the tasks aimed at studying the applicability of blockchain technologies in the educational sphere, justifying the need to use smart contracts in the educational process, and developing an algorithm for their implementation in the storage and analysis of educational information. The results of this study emphasize that the integration of smart contracts can significantly increase the transparency, reliability, and efficiency of educational data management, as well as contribute to a deeper analysis of the educational process. In the future, this can lead to a more adaptive and personalized approach to education, improving interaction between all participants in the educational process.

References:

1. Grech, Alexander, and Anthony F. Camilleri. "Blockchain in Education." Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017.
2. Mukhopadhyay, Mayukh. *Ethereum Smart Contract Development: Build Blockchain-Based Decentralized Applications Using Solidity*. Packt Publishing, 2018.
3. Infante, Roberto. *Building Ethereum Dapps: Decentralized Applications on the Ethereum Blockchain*. Manning Publications, 2019.
4. Vashkevich, Anton. *Smart Contracts: What, Why, and How*. 2018.
5. Tabernakulov, Alexander, and Yan Koifmann. *Blockchain in Practice*.
6. Antonopoulos, Andreas M., and Gavin Wood. *Mastering Ethereum: Building Smart Contracts and DApps*. O'Reilly Media, 2019.
7. Gupta, Manav. *Blockchain IBM Limited Edition*. IBM Press, 2018.
8. Elnara, Alvina Sevde, Beyza Morie Elvan, Deniz Parisya Emine, and Fatin Annabeth Saraswati. "Applications for Systematic Smart Contracts on Blockchain." 2020.
9. Dalipi, Fisnik, Avni Rustemi, Aleksandar Risteski, and Vladimir Atanasovski. "A Systematic Literature Review on Blockchain-Based Systems for Academic Certificate Verification." *IEEE Access*, 2020.
10. Calderon, D., & Shake, A. (2019). Blockchain in Education: The Case for Ethereum. In 2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE).
11. Olatunji, Mayowa. "Solidity Tutorial: How to Use Remix IDE for Solidity Smart Contract Development." *Coinmonks, Medium*, <https://medium.com/coinmonks/solidity-tutorial-how-to-use-remix-ide-for-solidity-smart-contract-development-7e3c7028efb4>.
12. "Solidity — Solidity 0.8.26 Documentation." *Soliditylang.org*, <https://docs.soliditylang.org/en/v0.8.26/>.

RESEARCH ON THE CHARACTERISTICS OF CRIMINAL OFFENSES IN THE FIELD OF INFORMATION AND COMMUNICATIONS

Yuldashev R., Kalpeyeva Z.,

Satpayev University, Almaty, Kazakhstan

e-mail: 010525501027-M@stud.satbayev.university,

z.kalpeyeva@satbayev.university

Abstract. The rapid development of digital technologies and the expansion of internet access in Kazakhstan have led to a surge in cybercrimes, which pose significant risks to society and individuals. This research investigates the characteristics of criminal offenses in the area of information and communications, highlighting trends, legislation, and the role of cybersecurity measures in mitigating these risks. By analyzing data from various sources and evaluating criminal statistics, the paper explores the need for enhanced laws and technological frameworks to address these crimes.

Keywords. Cybercrime, Information Security, Legislation, Criminal Offenses, Cybersecurity

Introduction. The digital transformation of Kazakhstan has resulted in a greater integration of technology in everyday life, making it vulnerable to various forms of cybercrimes. The increase in internet penetration, which now exceeds 89% of the population in Kazakhstan, has amplified the risks of cybercrimes such as unauthorized access to information systems, data theft, and the spread of malicious software. The criminal law framework in Kazakhstan, including the Criminal Code, provides the necessary legal grounds for prosecuting cybercriminals. However, there is still a growing need to enhance these regulations in response to new and emerging digital threats.

Methodology. This research employs both qualitative and quantitative methods. Statistical data on the prevalence of cybercrimes in Kazakhstan was analyzed, and an assessment of the existing legal framework was conducted. Additionally, the role of cybersecurity measures implemented by the government and private sector was evaluated. Various reports and publications were reviewed to understand the current landscape of cybercrimes and evaluate the effectiveness of legal and technological countermeasures.

Results. According to a report from the digital portal in 2022, more than 89% of Kazakhstan's population actively uses the internet, reflecting a high degree of digital engagement. This statistic underscores the growing reliance on digital technologies, which increases the vulnerability to cybercrimes. These findings indicate that a significant portion of the population participates in the digital space, highlighting the urgency of addressing cybersecurity risks [1]. The structure of criminal offenses in Kazakhstan's information and communications sector reveals a substantial focus on crimes such as unauthorized access to information or information systems (Article 205 of the Criminal Code of Kazakhstan), the illegal destruction or modification of information (Article 206), and the creation and distribution of malicious programs (Article 233) [2]. These crimes have contributed significantly to the overall statistics on cybercrimes and demonstrate the evolving nature of digital offenses. Kazakhstan's Criminal Code, dated July 3, 2014, No. 226-V [2], includes Chapter 7, which covers Articles 205-213 and addresses offenses in the fields of informatization and communications. This legal framework is crucial for prosecuting cybercrimes, although updates to strengthen penalties and address new forms of digital crime are necessary. The ongoing assessment of this legislation allows for improvements to keep pace with the evolving digital threats. As noted by Borisova et al. (2020), the current legal mechanisms require regular revisions to ensure effective protection against modern cyber threats [5]. Kazakhstan's cybersecurity efforts are reflected in initiatives like the "Digital Kazakhstan" program, which aims to enhance the country's digital infrastructure and promote secure information systems. These programs have had a significant impact on reducing cybercrime rates, though challenges remain in terms of preventing and responding to new threats [3]. As Smirnov et al. (2018) highlights, the role of governmental programs is essential in curbing the rise of cybercrime, particularly in sectors involving sensitive personal data [4]. In the context of modern challenges in information security, it is essential to analyze the measures taken by law enforcement agencies to prevent and investigate criminal offenses in the field of information and communications. The Ministry of Internal

Affairs of the Republic of Kazakhstan has been actively implementing new technologies and methods to combat cybercrime. The integration of anti-fraud database systems with mobile operators, reducing the use of fake numbers, and blocking fraud calls are just a few steps in the direction of effective control over cyber threats [7]. As noted by Prokofiev et al. (2021), international cooperation in cybersecurity plays a crucial role in strengthening domestic efforts and improving overall defense against cybercrime [9]. In Kazakhstan, there has been successful cooperation between law enforcement agencies and cybersecurity companies. For instance, "Kaspersky Lab Central Asia" [7] actively participates in information exchange initiatives and joint events with law enforcement agencies, enhancing the overall cybersecurity in the region. This collaboration aligns with the findings of Ivanov and Petrova (2019), who emphasize the importance of such partnerships in mitigating cybercrime risks and enhancing national cybersecurity resilience [6]. Kazakh law enforcement agencies actively use various software and hardware tools to investigate and combat cybercrimes. For example, the XRY software suite is designed for extracting data from mobile devices and analyzing digital footprints, while network traffic analysis tools like Wireshark are used to study network attacks and detect potential cyber threats. Palantir software, which conducts comprehensive metadata analysis, is also utilized in cybercrime investigations, helping detect threats and prevent attacks [7]. This approach is consistent with the suggestions of Lebedev (2016), who advocates for the development of specialized tools and expertise in digital forensics to support investigations [10]. An overview of the current state of information and communications in Kazakhstan indicates a rapid increase in internet users, highlighting the active digitalization of society. According to the latest data from the digital hub Wunder Digital, 17.3 million people out of the 19.5 million population are internet users. Internet penetration stands at 89.2%, emphasizing the high level of digital literacy in the society. Google holds a leading position among search engines, with 83% of users preferring it. The distribution of the internet audience by regions is quite uniform, with the highest activity in the capital and

large cities. The internet user profile in Kazakhstan includes both genders, primarily aged between 20 and 41 years [1]. It is also worth noting that 88% of users access the internet daily, engaging in activities such as information searching, social media communication, shopping, and consuming various types of content. This overview not only highlights the high level of internet penetration but also the diversity of activities among users in the digital space, making the study of information and communications in the context of combating computer crimes and ensuring information security crucial.

Experimental Results. The survey results revealed interesting patterns regarding the frequency and types of cyber threats faced by individuals. Approximately 30% of respondents reported encountering cyber threats more than once a week, while 45% said they faced such threats at least once a month. Interestingly, 25% of the participants mentioned that they had not encountered any cyber threats in the past six months, indicating that the frequency of encounters varies widely among individuals (Fig. 1). When it comes to the most common types of cyber threats, phishing emerged as the leading concern, with 60% of respondents indicating they had experienced phishing attacks. These often involved fraudulent emails or websites designed to steal personal information. Another prevalent threat was fraud through malicious websites, which was reported by 50% of the participants. Additionally, 30% of respondents had encountered credit card fraud, and 20% experienced issues related to malware, such as viruses or spyware. These results highlight the widespread nature of cyber threats, with phishing and website fraud being the most commonly encountered forms. Given these findings, there is a clear demand for enhanced digital security tools, particularly those that could block phishing attempts and protect users from malicious websites.

How often do you encounter cyber threats?

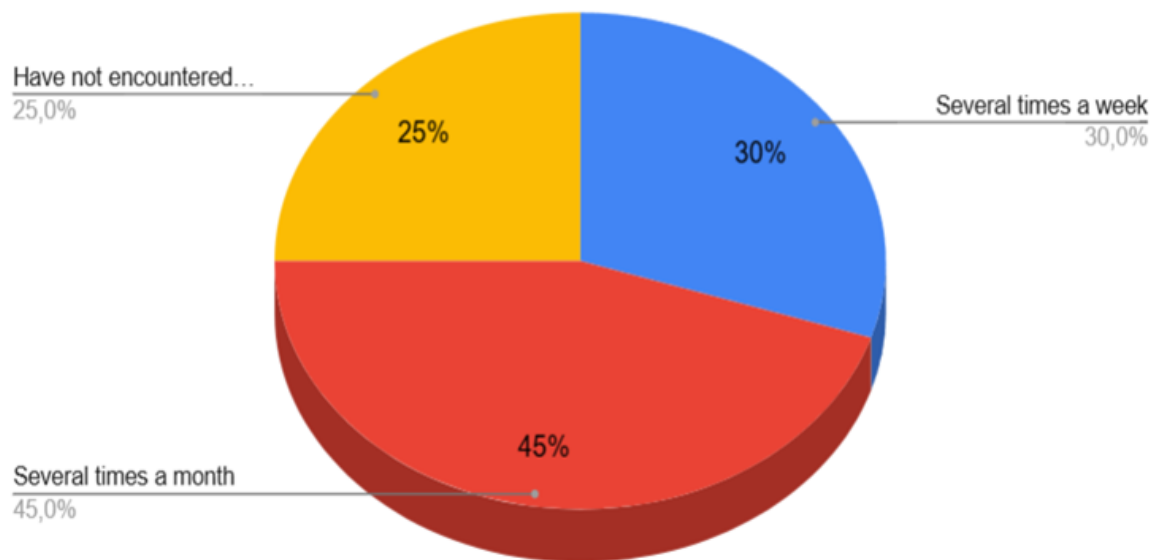


Fig.1. Survey Results (Question 1)

Conclusion. In conclusion, while Kazakhstan has made significant progress in addressing cybercrimes through legal reforms and cybersecurity programs, there is still a pressing need for further developments. Strengthening existing laws, improving enforcement mechanisms, and enhancing public-private collaboration are crucial steps in reducing cybercrime. Based on the analysis of data and survey results, it is evident that the two most common types of cyber threats are phishing (fraudulent emails and websites) at 60% and website fraud at 50%. Given these findings, the consideration of a platform or extension that, based on a database, would notify users about suspicious links, websites, and platforms presents a promising solution. This approach could be an effective way to mitigate the risks associated with these prevalent cyber threats and should be explored further.

References:

1. Wunder Digital. (2022). Digital Market of Kazakhstan: Trends, Risks, and Opportunities. <https://wunder-digital.kz/digital-rynok-kazahstana-trendy-riski-vozmozhnosti/>

2. Zakon.kz.(2014).Criminal Codeof Kazakhstan.
https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31575252&sub_id=2050000&pos=3226;-54#pos=3226;-543
3. Digital Business. (2023). Internet Penetration in Kazakhstan.
<https://digitalbusiness.kz/2023-05-23/proniknovenie-interneta-v-kazahstane/>
4. Smirnov, A. (2018). Cybercrime in Modern Society: Analysis and Trends. Information Security and Protection of Information, 3(25), 56-70.
5. Borisova, E.S. (2020). Technological Trends and Cyber Threats: Impact on Information System Security. Computer Security, 4(112), 34-48.
6. Ivanov, P., Petrova, M. (2019). Cybersecurity in the Modern Information Society: Challenges and Prospects. Journal of Cybersecurity, 2, 18-29.
7. Kaspersky Blog. <https://blog.kaspersky.kz/>
8. State Program "Digital Kazakhstan": Impact on the Development of Cybersecurity. (2018). Almaty, 82 p.
9. Prokofiev, A.B. (2021). International Cooperation in Cybersecurity: Experience and Prospects. International Law, 2, 88-102.
10. Lebedev, V.M. (2016). The Role of Education in Forming Personnel for Cybersecurity. Education and Science, 4(28), 76-89.

USER PREFERENCES FOR UI DESIGN ELEMENTS: IMPACT ON LEARNING AND SKILL DEVELOPMENT ON COURSERA, EDX, AND STEPIK

Ospankhan A., Kalpeyeva Z.,
Satpayev University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: 010312600833-M@stud.satbayev.university,
z.kalpeyeva@satbayev.university

Abstract. With the development of digital technologies and the proliferation of digital applications and platforms, the issue of educating users and developing their skills in using these technologies is becoming increasingly important. One of the key challenges is ineffective or unsatisfactory user interface design, which can impede learning and hinder the development of user skills. The purpose of this study is to analyze the impact of UI design on user learning and skill development in digital applications and platforms. The study aims to identify methods and strategies that optimize UI design to improve learning and skill development.

To achieve this objective, an extensive literature review is conducted, analyzing existing research practices in the area of user interface design and its impact on learning. In addition, empirical data is collected and analyzed through user testing and surveys to identify practical recommendations and best practices.

Keywords. ui design, ux, user learning, digital applications, education and technology, visual components of the learning platform (VCLP).

Introduction. We are currently living in the era of information technology, where datareportal.com statistics indicate a continuous increase in the number of individuals using phones and the internet each year[1]. On average, users are dedicating approximately 7 hours a day to these digital technologies and it is shown in Figure 1. This trend underscores the fact that digital devices and the internet have evolved into integral aspects of nearly everyone's daily existence. One of the reasons for the increasing importance of digital technologies in our lives is online learning. According to Hasugian et. al.[2] online courses are in great demand today, especially for students and practitioners. It is believed that the ability to develop themselves gives them more opportunities in life, particularly in employment. Online learning offers the flexibility to study from anywhere with a convenient schedule and at an affordable cost. Therefore user experience plays a crucial role, user interface (UI) design has become a key factor in how users interact with digital applications and platforms [3]. However, with the advancement of technology and the increasing number of apps and websites

available, there is a challenge in educating users and developing their skills in utilizing these digital tools[4]. As many of the presently available platforms do not enable interaction between students and teachers[5].

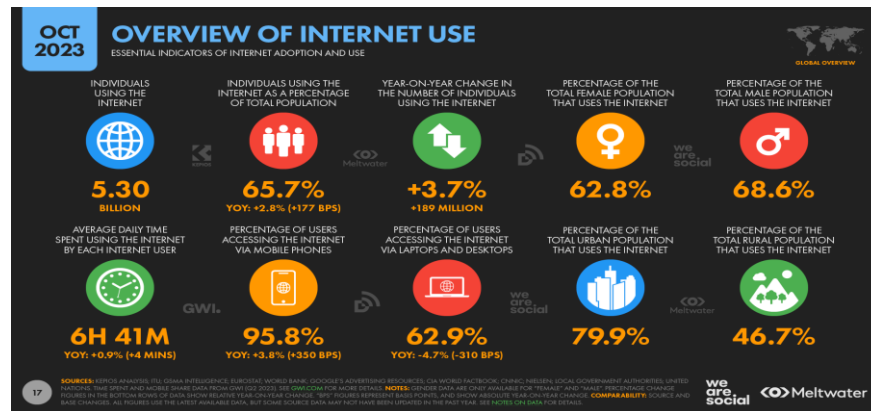


Fig.1. Daily time spent with media

Information overload is a significant issue, often caused by excessive information and features offered by apps and websites, resulting in confusion and learning challenges. This is compounded by poor design, making it hard for users to grasp new platforms.[6] Additionally, difficulties in navigating the interface and swiftly finding required information or functions further contribute to learning obstacles faced by users. The issue has several consequences. Individuals experiencing difficulties in understanding and using applications may choose more user-friendly alternatives, resulting in a loss of users[7]. Inefficient UI design can impede workflow and decrease user productivity[8]. Moreover, users may expend extra time and effort deciphering the interface, distracting them from their primary tasks and wasting valuable time and energy[9].

Related work. This section describes the approaches that are now in use. The simplicity and ease with which a user can access available functions immediately after interacting with the application's user interface is consistent with the principles of efficient navigation and therefore contributes to a high-quality user experience (UX). Vlasenko et al. [6] proposed a theoretical analysis of research papers and resources that introduce guidelines on UI/UX design when developing an educational system.

Nasution et al. [13] have used the design thinking method which consists of several steps aimed at identifying and understanding users, user problems and solutions that allow the author to define the problem from a particular point of view. The use of prototypes and testing allows you to test ideas in practice and then make adjustments based on feedback from users. However, an iterative process, including research, prototyping and testing phases, can require significant time and resources. Introducing game components into the educational process can enhance participation, create excitement, engage the students and result in improved learning and play skills by applying gamification techniques Pamudyaningrum et al.[14]. Not all users may be motivated by game elements. Some may not be interested or may even reject the method. Laur and Lutoshkin [15] mentioned that the automation of assessment and progress calculation, visualization of learning achievements, additionally motivates the student

Experimental Results. User Preferences for Visual Component Design in Learning Platforms. This analysis presents findings from your survey exploring user preferences for visual component design in learning platforms like Coursera, EdX, and Stepik. With 115 university student participants, the data offers valuable insights into design choices that can enhance user experience and facilitate effective learning. Were given a choice of responses on the following VCLP:

1. Layout and Interface Composition
2. Icons and Graphics
3. Typography and Fonts
4. Navigation and User Experience

The survey aimed to elucidate user preferences concerning UI design elements across Coursera, edX, and Stepik platforms, shedding light on the impact of design on user learning experiences and skill development. The findings revealed nuanced insights into user inclinations towards various visual components:

1. Layout and Interface Composition: The dominant preference for a balanced layout (60.9%) underscores users' yearning for visually appealing yet functionally clear interfaces. This emphasizes the significance of aesthetically pleasing designs that facilitate an uninterrupted learning trajectory. Notably, the minority seeking lively aesthetics (17.4%) suggests a segment craving engaging visual stimuli during learning.

2. Icons and Graphics: Users predominantly favored clear and informative icons (47.8%), highlighting the importance of visual clarity in conveying information. Simplicity in iconography (34.8%) and the preference for detailed, colorful visuals (17.4%) indicate differing tastes in visual richness, aligning with the desire for clean and engaging design.

3. Typography and Fonts: The inclination towards varied typography (47.8%) emphasizes the role of visual cues in aiding learning and information retention. However, the substantial preference for medium-sized, unobtrusive fonts (34.8%) signals a collective desire for readability without distractions, while a minority (17.4%) values bold, visible text.

4. Navigation and User Experience: The inclination towards flexible navigation (43.5%) underscores the significance of personalized learning experiences and user control. However, a substantial proportion seeking visually appealing navigation (39.1%) emphasizes the role of engaging design elements in navigation, albeit without compromising usability.

Conclusions. The study aimed to understand user preferences for UI design elements on Coursera, edX, and Stepik, and their impact on user learning experiences and skill development. The responses provided valuable insights into user tendencies regarding visual components and their implications for learning. The study revealed a wide range of preferences regarding layout, icons, typography, navigation, and interactivity. Overall, participants preferred interfaces that combined aesthetic appeal with clear learning pathways. However, there were notable differences in preferences among subgroups. Notably, the substantial

favoritism towards balanced layouts and informative yet visually pleasing icons underscores the critical need for designs that marry aesthetics with usability, striking a delicate balance for engagement without sacrificing functionality.

References:

1. <https://datareportal.com/global-digital-overview>
2. Hasugian, LEONARDI PARIS, and D. A. L. I. H. Rusmana. "Development of UX Orbit design online courses platform in the field of user interface (UI) and user experience (UX)." *Journal of Engineering Science and Technology* 16.3 (2021): 2454-2463.
3. Novikova T.Y."Graphic and UI/UX design in the field of ICT-enabled game-based learning methods". Proceedings of the All-Russian (with International Participation) Scientific and Practical Conference (Ekaterinburg, March 10-14, 2020). - Yekaterinburg. Ural University Publishing House - 202. - 209-218.
4. Miftakhova A.N. "Evaluation scale for the design of digital educational resources for children". Kazan Federal University. Philology and culture. 2021. №2(64)
5. Jusoh, Shaidah, Sufyan Almajali, and A. B. D. E. L. R. A. H. E. E. M. Abualbasal. "A study of user experience for e-learning using interactive online technologies." *Journal of Theoretical and Applied Information Technology* 97.15 (2019): 4036-4047.
6. Vlasenko, K.V., Lovianova, I.V., Volkov, S.V., Sitak, I.V., Chumak, O.O., Krasnoshchok, A.V., Bohdanova, N.G. and Semerikov, S.Ol. "UI/UX design of educational on-line courses." *CTE Workshop Proceedings*. Vol. 9. 2022.
7. Korableva, O. N., Durand, T., Kalimullina, O. V., & Stepanova, I. (2019). Usability Testing of MOOC: Identifying User Interface Problems. In *ICEIS* (2) (pp. 468-475).
8. Gunesequera, Asela & Bao, Yukun & Kibelloh, Mboni. (2019). "The role of usability on e-learning user interactions and satisfaction: a literature review".

Journal of Systems and Information Technology. ahead-of-print. 10.1108/JSIT-02-2019-0024.

9. Gregg, A., Reid, R., Aldemir, T., Gray, J., Frederick, M. & Garbrick, A. (2020). Improving Online Course Design with Think Aloud Observations: A “How to” Guide for Instructional Designers for Conducting UX Testing, *Journal of Applied Instructional Design*, 7(2), 17-26.

10. Novikova T.Y. “Design support of an educational platform with interactive services for conducting distance and face-to-face training sessions”. Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin. N. Yeltsin, Ural Humanitarian Institute, Department of Cultural Studies and Design. - Ekaterinburg, 2021. - 102.

11. Mustafa, A. S., & Karimi, K. (2021). Enhancing Gamified Online Learning User Experience (UX): A Systematic Literature Review of Recent Trends. *Human-Computer Interaction and Beyond, Part I*, 74-99.

12. Muslim, E., Moch, B. N., Wilgert, Y., Utami, F. F., & Indriyani, D. (2019). User interface redesign of e-commerce platform mobile application (Kudo) through user experience evaluation to increase user attraction. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.

13. Nasution, W. S. L., & Nusa, P. (2021). UI/UX Design Web-Based Learning Application Using Design Thinking Method. *ARRUS Journal of Engineering and Technology*, 1(1), 18-27.

14. Pamudyaningrum, F. E., Rante, H., Zainuddin, M. A., & Lund, M. (2020). UI/UX Design for Metora: A Gamification of Learning Journalism Interviewing Method. Paper presented at the E3S Web of Conferences

15. Laur, A. D., and I. V. Lutoshkin. "GAMIFICATION OF ONLINE LEARNING." BBK 65.05 M 34 Editorial Board: Dr. Ph.-M.Sc., Professor Kuznetsov YuA, Candidate of Ph.-M.Sc. Kapitanova OV: 114.

DESCRIPTION OF THE CONCEPTUAL-ARCHITECTURAL MODEL OF THE SMART CITY

*Togzhanova K.O., Rametov N.
Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan*

Abstract: Today, cities have become the main drivers of economic development, standing at the forefront of production and consumption networks. They shape social and economic relations and contribute a significant portion of the gross domestic product (GDP) in many countries. Cities play a central role in national, regional, and global development, and the quality of life for people depends on them. As a result, there are growing demands on cities that were unprecedented in the past, including the need for accessible urban infrastructure, high mobility, urban security, environmental cleanliness, and the development of local self-government.

Keywords. Information and Communication Technologies, smart city,

Introduction. Through this study, it was discovered that municipal government models are not necessarily required to ensure a high quality of life and to find efficient ways of using natural resources.

Researchers from various countries and interdisciplinary groups have identified several decisive factors for creating an intelligent approach to urban development. These factors, based on international literature, are grouped into eight key categories:

- Political Structure
- Economy
- Management and Organization
- Information and Communication Technologies (ICT)
- Society and People
- Built Infrastructure and Environment
- Management
- Governance

The intelligent solutions for cities and the emerging potential within these categories can be used to implement an integrated smart model in urban governance, effectively laying the foundation for a smart city. This integrative model is illustrated in Figure 1.

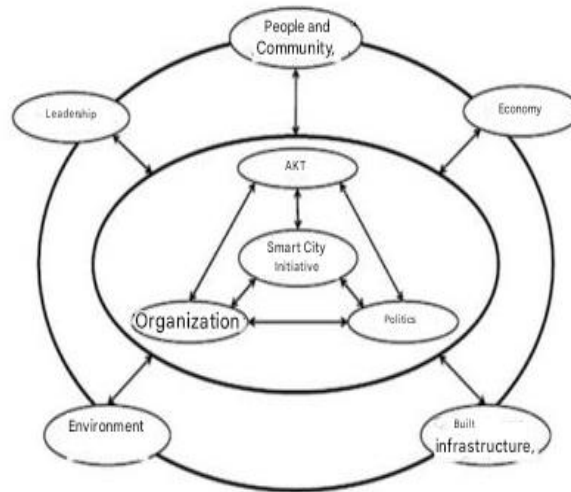


Figure-1 is an integrative model of the Smart City

At different times and in different situations, some factors in a Smart City model may become more important than others, as shown in Figure 1. However, it's important to remember that all of these factors are interconnected and affect each other. For example, Information and Communication Technology (ICT) is a key factor in creating a "smart city," and its main advantage is improving economic efficiency. ICT helps balance costs by providing essential services to city residents, improving the efficiency of existing infrastructure at a low cost.

In a "Smart City," communication with each resident should be ongoing, and ICT tools like the Internet, mobile apps, mobile phones, and public Wi-Fi networks are vital for connecting everyone. These technologies make it easier for people to access services and information.

According to the National Association of R&D of Saudi Arabia, resource consumption in cities costs about 15 trillion USD per year, or 28% of a country's GDP. By using ICT tools, cities can reduce these costs. For example, ICT can simplify things like market design, traffic management, and business analysis, even in large urban areas.

Some practical examples of ICT solutions include:

- In Kazakhstan, a "smart" electricity network reduced energy costs by 25% by optimizing the distribution of electricity.

- In transportation, smart systems reduced traffic violations and accidents by 15-50%, cutting the number of incidents by 20-40%.

The Smart City model focuses on ensuring that everyone in the city, especially in key groups, has access to information technologies. These include installing sensors and tools for advanced systems like:

- Smart homes
- Health care centers
- Smart energy systems
- Roads and transport systems
- Water supply systems
- Oil and gas transportation systems

Other benefits of a Smart City include better mobility, improved quality of life, faster services, and quicker deliveries. Research based on sources like Google and IEEE shows how these technologies are being used in cities around the world to make them "smart."

Examples of Successful Smart City Models:

- Vienna: Known for being a green city with a high quality of life. It uses digital innovations in regional management to enhance city operations.

- Toronto: A city with a low-carbon economy, efficient use of natural gas, and an active underground transportation system.

- Seoul: Offers free public Wi-Fi across the city for maximum coverage. The "E-Net" system integrates public institutions, and the "U-Seoul" security service includes a smart mapping system housed in a community intelligence center.

- Amsterdam: Known for the "iHome" smart life system and a smart control center that manages things like parking.

- Zurich: Impresses with intelligent solutions in the areas of environment, mobility, and urban transport.

- Barcelona: Awarded the "Smart City 2015" title, Barcelona has intelligent food management systems, successful city traffic management, and high-quality city lighting. The city also has a high level of ICT access for its residents.

- Hong Kong: Uses a wide range of smart solutions, including smart management systems, smart check-ins for public transport with smart cards, and RFID technology for tracking agricultural supply chains.

- Rio de Janeiro: Rio's open data system, Rio Datamine, provides a wealth of information to the public. The city uses intelligent transport networks and smart management technologies.

Characteristics of a Smart City:

A "Smart City" must provide a high quality of life for all its residents. This includes:

- Clean air
- Quality education
- Safety
- Affordable, high-quality healthcare
- Recreation and sports facilities
- Efficient urban mobility

These factors are all essential for a Smart City, ensuring that it supports its residents in many aspects of daily life.

The Smart City concept includes the following key features:

- Competitiveness: Attracting investment and creating job opportunities.
- Sustainability: Focusing on social, environmental, and financial sustainability.
- Quality of Life: Providing safety, beauty, healthcare, education, and accessibility.

Smart City Models from Major Companies:

To design a Smart City, a single definition is not enough. After studying various models, three major companies – IBM, Accenture, and Microsoft—have proposed their own versions of the Smart City concept. Though these companies

are based in different parts of the world, their models are based on similar principles and provide insights into the key elements of a Smart City.

For instance, IBM's model is called the "Experiential Business Architecture of a Smart City" and focuses on seven key areas:

1. Urban services
2. Residents
3. Businesses
4. Transport
5. Communication
6. Water
7. Energy

These areas are the foundation of a Smart City, aiming to improve the quality of life and make cities more efficient, sustainable, and connected.

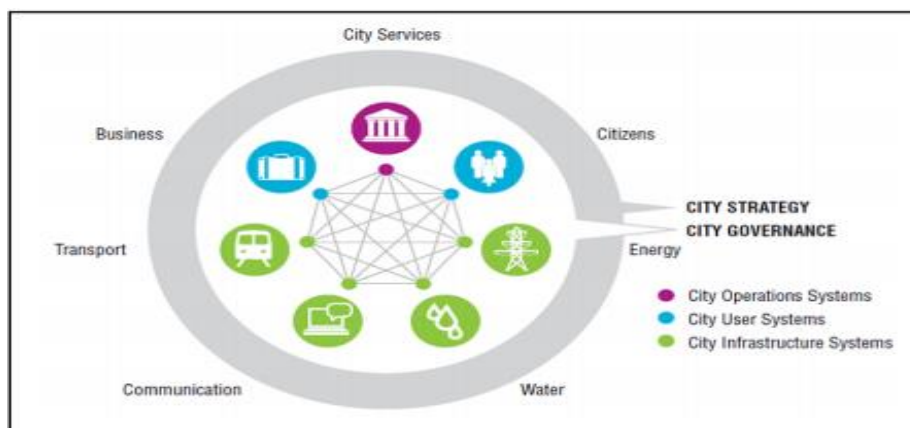


Figure 2 - Architecture model of a "Smart City" according to IBM

According to Accenture, the Smart City model can be described as an "open platform" that integrates the tested components of the city (office and residential buildings, natural resource management, transportation, health and safety, waste management, education and culture, public administration and services) (Figure 3).



Figure 3 – Smart City architecture model according to Accenture

"The Fashion of Territories" in the Buenos Aires architecture company Siemens Green Index City, based on extensive research conducted by the Regional Center for Science at the University of Vienna. Figure 4 shows the transformation of the architecture below, a circle called "Smart City" and 1000 indicators in each sector (Intelligent control, smart environment, smart residents, smart mobility, smart lifestyle). Indicators are used to implement smart city models, to evaluate the effectiveness of initiatives and activities.

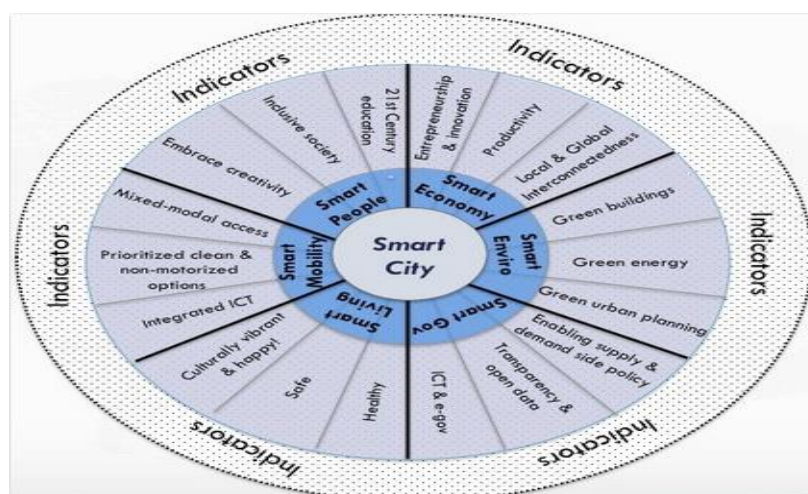


Figure 4 - "Smart City" wheel

According to Microsoft, the Smart City model, unlike IBM and Accenture, focuses on Smart Citizens and includes them in all management decisions (Figure 5).

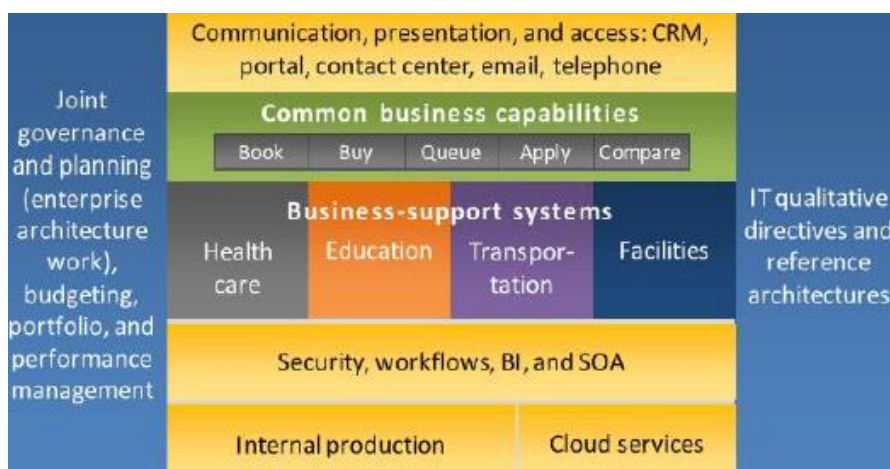


Figure 5 is a model of the "Smart City" architecture according to Microsoft

Choosing the right ICT model for smart urban design and architecture is crucial for the success of a Smart City project, especially in the long term (5-10 years). While the technology itself is important, it is also essential to have "smart" people in the city—those who can effectively use and manage these technologies. The involvement of various stakeholders is also key, as the use of intelligent systems in city management greatly impacts the city's success.

In the Smart City model, ICT (Information and Communication Technology) plays a central role. This is a very important step because the real value of these technologies will become clearer over time. It is not just about finding technical solutions, but also about how these solutions integrate with the city's architecture and systems. The effectiveness of ICT in the future will depend on how well it is implemented and adapted.

According to Gartner, an international consulting firm, the method of "expert" analysis is used to understand the development of technology over time. Gartner uses a technology hype cycle graph (Figure 6) to represent how new technologies evolve. In this graph, the Y-axis shows the "height" or popularity of the technology, while the X-axis shows the "level of maturity" of that technology. The curve shows

that technologies can become very popular quickly, but this popularity may be short-lived and unstable. The cycle helps to visualize how technologies rise, peak, and then decline, providing a realistic view of their potential lifespan and impact.

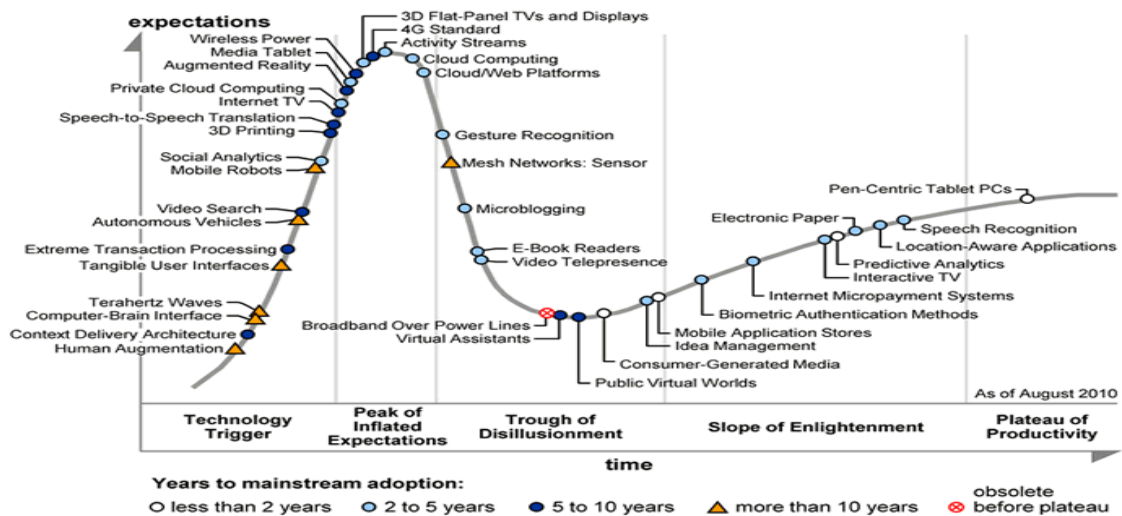


Figure 6 – Technology Popularity Cycle

Conclusion. Currently, there is no single, clear definition or standard method for measuring a Smart City. However, it is important to note that different ICTs (Information and Communication Technologies) have developed various ways to evaluate the Smart City model.

The concept of the "Smart City" model is essential because it focuses on improving urban life through technology and innovation. In this study, we focused on the European model of Smart Cities, which provides a useful framework. This model can serve as a tool for more efficient urban development. By adapting aspects of this model, we can apply successful strategies from European cities to other areas. This approach encourages a detailed analysis and comparison between cities, especially those with middle to high levels of development, helping to guide progress toward smarter and more sustainable cities.

References:

1. Hedlund J. Smart City 2020: Technology and Society in the Modern City // A Microsoft Services Enterprise Architecture Paper. -2012

2 Giffinger R., Fertner C., Kramar H., Kalasek R. Smart cities: ranking of European medium-sized cities // Final report on Smart Cities in Europe. -2007

3 European Commission. Roadmap to a single European transport area resource - towards a competitive and resource efficient transport system // White Paper of European commission. -2011

4 Neirotti P., De Marco A., Gagliano A., Mangano G., Scoranno F. Current Trends in Smart City Initiatives: some stylized facts // Cities. -2014. -Vol. 38. P. 25 - 36

UDC 004

ANALYSIS OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY

Kashaganova G.B., Sekushin N.S.

Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

Abstract. This article provides a brief overview of blockchain technology. Blockchain is a decentralized distributed database that ensures secure and transparent transactions. It allows transactions to occur without the need for third parties. The article gives an example of blockchain technology, explains its basic principles, types, and examples of its use in IT products.

Keywords: blockchain, system, transactions, network, cryptocurrency, bitcoin.

Materials and Methods. Blockchain is a complex and rapidly growing technology, gaining popularity due to its versatility. It stands at the intersection of several scientific disciplines and areas of activity, such as distributed computing, macroeconomics, and even game theory methods, which are widely used in the mathematics behind cryptocurrencies. This encourages various actions from participants in the system.

Blockchain is considered the core technological innovation behind Bitcoin. Users can rely on a public ledger system stored on many different decentralized nodes around the world, instead of depending on trust in a transaction counterparty (another person) or a third-party intermediary (such as a bank). This system can be used for processing any currency, financial contract, or asset, whether fixed or inactive [3, p. 12].

In October 2008, an anonymous author or group of authors under the name "Satoshi Nakamoto" published an article about Bitcoin. It was the first electronic monetary system that did not require third-party trust. However, the term "blockchain" was not mentioned in the text. The idea of this technology was introduced later. The first blockchain, created in 2010, was a convenient transactional payment system that allowed the transfer of money from one point to another, offering a wide range of financial services: lending, borrowing, depositing, investing, etc. [2, p. 10].

One key aspect of blockchain technology is its ability to support video calls or audio consultations, where patients can directly interact with doctors about their health, simplifying the process of seeking medical advice and making it more accessible and faster.

Bitcoin is based on cryptographic schemes that allow participants in the network to verify transactions in an untrusted environment and store them in a cryptographically protected and immutable ledger.

Today, blockchain is widely used in the financial sector. It is actively applied in stock trading, Know Your Customer (KYC) systems in banks, and cross-border payments. Any type of property or asset can be registered on the blockchain, making it possible to transfer assets, verify ownership, or maintain a transaction log. Blockchain also plays a critical role in creating peer-to-peer systems, enabling Internet of Things (IoT) devices to interact with each other, while different communication models and protocols do not interfere [4, p. 38].

Currently, public blockchain models are the most common. They involve a highly decentralized, fully connected network based on a public chain. These models rely on the principle of absolute trust, where there is no need to trust the counterparty at all [2, p. 14].

Private blockchain models have their own rules, with specific participants managing the nodes and accessing the network services. These rules may include financial and legal requirements. In such networks, participants are identifiable, and access is restricted and regulated according to network rules [2, p. 15].

Hybrid blockchain models combine the features of both open and closed networks. They offer data confidentiality, ease of deployment, and seamless integration with third-party IT solutions [2, p. 16].

Blockchain consortia involve multiple equal parties acting as validators. Consortium organizations share responsibility for the blockchain's operation and determining access rights to the data [2, p. 17].

Technology Capabilities

Decentralization in blockchain refers to the process of shifting control and decision-making from a central authority (such as an individual, organization, or group) to a distributed network of participants. In a decentralized blockchain, transparency ensures that all participants can trust each other. This reduces the influence any one participant can have over others, which helps maintain the functionality of the network.

Immutability means that once data is entered into the blockchain, it cannot be changed. No participant can alter a transaction after it has been added to the ledger. If an error is found in a record, a new transaction must be created to correct it. Both the original transaction and the correction will appear in the blockchain.

The blockchain system follows a set of **consensus rules**, which define how participants agree on the validity of transactions. New transactions can only be added to the blockchain once a majority of the network participants approve them [5, p. 1].

Principles of Operation

Step 1: Recording a transaction. A transaction is a single entry in the blockchain database. It includes information about the time, location, and participants of the transaction. First, the transaction data is hashed (converted into a fixed-length code) and then signed using an electronic signature algorithm [1, p. 123].

Step 2: Reaching consensus. The majority of participants in the blockchain network must confirm that the transaction is valid. Common consensus algorithms used in blockchain are Proof of Work (PoW) and Proof of Stake (PoS) [2, p. 27].

Step 3: Blockchain. The **mempool** is a storage area on the nodes (computers in the network) where transactions are temporarily placed before being grouped into blocks. The larger the value of the cryptocurrency and the higher the number of transactions, the bigger the mempool grows [1, p. 127].

Once transactions are selected and verified, they are combined into a **block**. To do this, a **Merkle tree** is used, where each leaf of the tree is the hash of a

transaction. These hashes are paired up, and new hash codes are generated for each pair. If the number of transactions is odd, the last transaction is duplicated. In the end, only one hash code remains — the **root** of the Merkle tree — and this is added to the block. This tree structure allows clients to verify if their transaction was included in the block [1, p. 128].

Step4: Open public access to the registry. The system makes the latest copy of the blockchain available to all participants in the network [2, p. 27].

Conclusion. This simplified explanation of blockchain highlights its core features: decentralization, immutability, and consensus-driven transaction validation. These principles ensure that blockchain can operate securely and transparently without the need for intermediaries. Let me know if you'd like any further simplification or clarification!

References:

1. Ishchukova, E.A., Panasenko, S.P., Romanenko, K.S., Salmanov, V.D. (2022). Cryptographic foundations of technologies. Moscow: DMK Press, 302 pages.
2. Pestrenko, A.S. (2022). Quantum threat to the security of control technology: a teaching aid. St. Petersburg: Athena Publishing House, 105 pages.
3. Swan, M. (2017). Blockchain: The scheme of the new economy (translated from English). Moscow: Olimp-Business, 240 pages.
4. Singhal, B., Dameja, G., Panda, P.S. (2020). Blockchain: A guide for novice developers (translated from English). St. Petersburg: BHV-Petersburg, 288 pages.
5. Amazon Web Services (AWS). What is Blockchain. Retrieved from <https://aws.amazon.com/ru/what-is/blockchain/>

UDC 004.032.3

USING ARTIFICIAL TEXT TO PERSONALIZE E-LEARNING

M.B. Segizbay¹, Zh.Zh. Kozhamkulova¹, K.O. Togzhanova²

¹Non-profit JSC «Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeyev», Almaty, Kazakhstan

²«Almaty Technological» University, Almaty, Kazakhstan

e-mail: m.segizbay@aes.kz, zh.kozhamkulova@aes.kz,

togzhanova_kuljan@mail.ru

Abstract. In the context of modern technological dominance at all levels of life, universal solutions are becoming insufficient. Consumers are demanding “personalization”, and companies are adapting to these requests to make their products and services more attractive to a specific audience. In education, this is manifested in the creation of a learning environment where students can manage their own learning.

E-learning, based on information and communication technologies, has become popular in recent years. To achieve the best results in such learning, its personalization is necessary, which can be effectively achieved with the help of artificial intelligence technologies.

The purpose of this paper is to study the possibilities of using artificial intelligence technologies for personalization of e-learning. The methods of comparative and system analysis, as well as a logical approach, were used. The article discusses key approaches to personalized learning and the features of personalization in the context of e-learning. An analysis of the possibilities of using artificial intelligence in this area was conducted, and conclusions were made that such technologies can simplify the process of personalized e-learning without increasing the workload of teachers.

Keywords: educational process, personalization, e-learning, virtual educational environment, artificial intelligence, personalized educational technology systems.

Introduction. Modern education should be aimed at developing the skills needed in the digital economy, which contributes to improving the quality of life and conditions for entrepreneurship [1].

Key educational trends in modern conditions are: personalization of learning, adaptive learning, student involvement in the process of creating curricula, the use of open data, active student interaction and inter-university educational projects. Research shows that 77% of education specialists consider personalized learning to be critical for increasing student engagement and improving the effectiveness of the educational process [7].

Personalized learning, which adapts educational content to the individual needs of students, is becoming an important element of the educational process. More and more educational institutions around the world are beginning to implement this approach, using the capabilities of data analysis and artificial intelligence to achieve better results.

E-learning is the process of delivering educational programs and materials using electronic means. It involves the use of computers or other electronic devices to deliver educational content. The main advantage of e-learning is the ability to gain knowledge anytime and anywhere.

Personalized learning. Personalized learning is an approach in which the pace and methods of teaching are adapted to the needs of each student. In this process, learning objectives, teaching methods, content and order of materials can be varied to meet the unique needs of each student.

There are several main methods of personalized learning. Adaptive learning is based on data about various aspects of a particular student's learning, from studying the material to passing exams. This allows for the selection of materials that match the level of knowledge and learning style of each student. Individualized learning involves adjusting the pace of learning depending on the needs of individual students. Differentiated learning adapts learning approaches to the individual needs of students. Competency-based learning allows students to progress through the program depending on their ability to demonstrate knowledge and skills [2, 10].

E-learning provides the opportunity for interaction between students and teachers at any time and in any place using information and communication technologies. In recent years, this area has been actively researched and developed. E-learning involves the online delivery of personalized and dynamic learning content that fosters communities of knowledge that connect learners and experts. It supports traditional learning pathways and in some cases becomes the only way to learn, especially for students with special needs [4].

However, successful implementation of e-learning faces the challenge of insufficient personalization. The individualized aspect is often ignored, resulting in learners simply following prescribed routes through the course, from pre-assessment to final assessment. In addition, many courses are offered over a fixed academic term, which does not take into account the individual pace and learning experience [3, 9].

Effective personalized learning systems should perform the following functions:

- Align with established standards and promote the development of students' social and emotional skills.
- Provide the opportunity to customize the learning experience to suit students' interests.
- Flexibility in the pace of learning, allowing students to advance when they are ready or slow down to fully master the material.
- Teachers have access to real-time performance data and feedback to tailor materials and support students.
- Transparency of learning goals and assessments so that students know in advance what is expected of them.

Personalization in e-learning involves the use of technology and student information to tailor teacher-student interactions, thereby improving learning outcomes. Research in this area focuses on two main aspects: management of learning materials and information, and learning activity-oriented processes [5]. Personalized technology systems help students set their own learning goals, manage content and learning, and interact with other participants in the educational process. Such systems can be implemented both as desktop applications and as web services [8].

Personalization in e-learning focuses on:

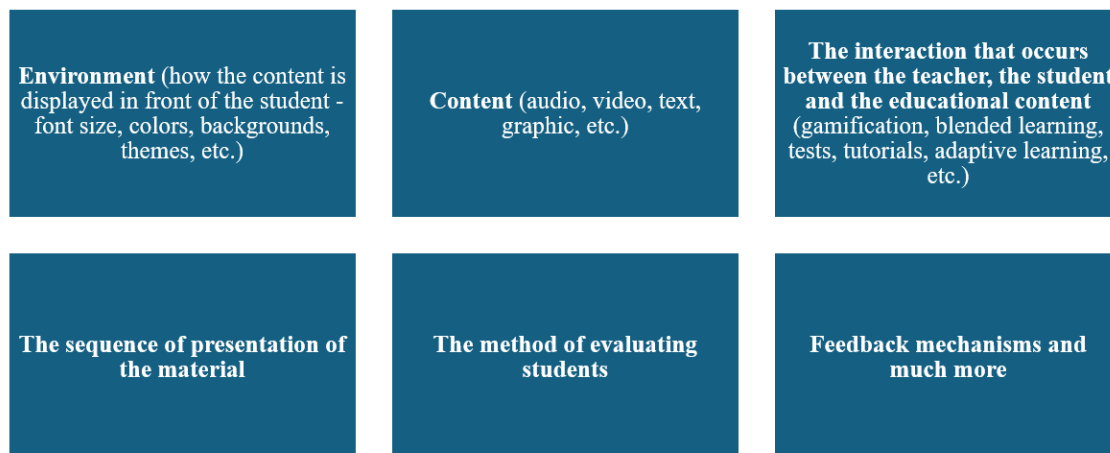


Figure 1 - Focus on personalization in e-learning

Artificial intelligence (AI) is the simulation of human intelligence processes using computer systems. These processes include learning (collecting information and developing rules for using it), reasoning (applying rules to draw conclusions), and self-correction. Specific applications of AI include expert systems, speech recognition technologies, and machine vision. One area where AI can significantly change approaches is education, especially in the field of e-learning.

Conclusion. In conclusion, although significant changes in education may take several decades, artificial intelligence already has the potential to radically transform many aspects of the educational process. AI technologies provide the opportunity for deep personalization of e-learning, allowing students to receive education anytime and anywhere in the world using software that partially replaces traditional classroom teaching methods.

Modern AI-based educational programs are already helping students master basic skills, and as the number of such programs increases and developers accumulate experience, the range of services provided is expected to expand. AI can automate assessment processes, freeing teachers from routine tasks. These technologies are able to assess student achievement and adapt to their individual

needs, supporting learning at their own pace. In the future, AI may change both the place and the way of learning, perhaps even replacing some teachers.

AI applications in e-learning environments help educational institutions develop personalized learning paths taking into account individual student success, as opposed to the current model, when the same content is provided to everyone at the same time. Experts see these technologies as an ideal solution to facilitate personalized e-learning without increasing the demands on teachers.

References:

1. The Role of Data in Personalized Learning Environments. [Electronic resource] // Journal of Educational Data Mining. 2019. URL: <https://www.jedm.org/article/the-role-of-data-in-personalized-learning-environments> (accessed 08/20/2024)
2. Burnyashov B.A. Personalization as a global trend in e-learning in higher education institutions [Electronic resource] // Modern problems of science and education. 2017. No. 1. P. 90. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28401246> (accessed 05/16/2019)
3. Weinstein Yu.V., Esin R.V. Personalization of the educational process in the electronic educational environment [Electronic resource] // Electronic learning in continuous education. 2017. No. 1. P. 54-59. URL: <https://www.nationalreview.com/2018/04/education-technology-personalized-learningbetter-results> (date of access 08/20/2019)
4. Paskova A.A. Mobile learning in higher education: BYOD technologies // Bulletin of the Maikop State Technological University. 2018. Issue. 4. P. 98-105.
5. Starodubtsev V.A. Personalization of the virtual educational environment [Electronic resource] // Pedagogical education in Russia. 2015. No. 7. P. 24-29. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/personalizatsiya-virtualnoy-obrazovatelnoysredy> (accessed 21.08.2019)
6. Dhonson M. Personalization Is the Key to Transforming Education [Electronic resource] // National Review. 2018. URL: <https://www.nationalreview.com/2018/04/education-technology-personalized-learningbetter-results> (accessed 10.07.2019)
7. Hughes D. What Will Personalized Education Look Like in 2020? [Electronic resource] // Digitalmarketinginstitute. URL: <https://digitalmarketinginstitute.com/blog/what-will-personalized-education-look-likein-2020-education> (accessed 10.08.2019)

8. Hutchins D. How Artificial Intelligence is Boosting Personalization in Higher Education [Electronic resource] // EDTech. URL: <https://edtechmagazine.com/higher/article/2017/11/ai-boosts-personalized-learning-higher-education> (accessed 15.07.2019)

9. Khurana S. Personalized learning through artificial intelligence [Electronic resource] // Medium. 2018. URL: <https://medium.com/swlh/personalizedlearning-through-artificial-intelligence-b01051d07494> (date of access 08/18/2019)

10. Perceived Differentiation and Personalization Teaching Approaches in Inclusive Classrooms: Perspectives of Students and Teachers [Electronic resource] // K. Linder [etc] // Frontiers in education. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feduc.2019.00058/full> (date of access 08/07/2019).

THE ROLE OF SOFTWARE IN CONTROLLING ROBOTIC SYSTEMS

Iskakova T.K., Kosherbayev B.O., Angarbekov U.D.

Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan

E-mail:birzhanccloud400@gmail.com

Abstract. The article develops a method for synthesizing motion programs for robotic systems (RS) with arbitrary structures. The focus is on improving motion control using inverse dynamics, adaptive algorithms, and sensor integration. The study includes the creation of mathematical models for multi-link and biped robots and the implementation of a prototype control system. The study highlights the growing importance of software in controlling complex autonomous robotic systems with applications in various industries such as logistics, healthcare, and agriculture. The results lay the foundation for future advances in robotics driven by artificial intelligence and computing technologies.

The relevance of the article is justified, the goal is formulated, and the scientific novelty of the research is argued. The practical significance of the obtained results is demonstrated, and the scientific positions to be defended are presented. The first chapter presents a study of the subject area of motion control algorithms for robotic systems (RTS). The structures of modern RTS are considered. Contemporary approaches to motion control, as well as key mathematical methods, are reviewed. Existing methods for synthesizing the motion programming of RTS are discussed. It is shown that to achieve good trajectory tracking, the dynamics of the robot and the inertia forces arising during motion must be taken into account. This means that the full dynamic model of the RTS must be considered during the control synthesis. The method chosen for motion programming synthesis is based on solving the inverse dynamics problem. The second chapter addresses the problem of motion control for RTS based on solving the inverse dynamics problem. The applicable mathematical model is described, and the derivation of equations is shown. The control method is explained, along with algorithms for adaptive selection of kinematic parameters for the motion of a walking robot. The control system has a hierarchical structure, which can be divided into the following levels. The aim of the dissertation is to develop a method for synthesizing the motion program of the links of a robot with an

arbitrary structure, as the central element of the system for motion control of the robot.

1. A method for generating motion programs for robots with arbitrary structures has been developed, based on solving equations with redundant constraints.
2. Three mathematical models of multi-link and bipedal robots for spatially controlled motion have been created.
3. A prototype of a control system for a mechanical system with redundant constraints has been implemented.

The relevance of the topic "The Role of Software in the Control of Robotic Systems" lies in the fact that modern robotic systems (RS) are becoming increasingly complex and multifunctional. In such systems, software (SW) plays a key role in ensuring their effective operation, as it is responsible for managing all processes, including movement coordination, sensor data processing, decision-making, and interaction with external devices. Given the rapid development of robotics and automation technologies, software has become a core component that determines the capabilities and limits of RS. In particular, SW ensures:

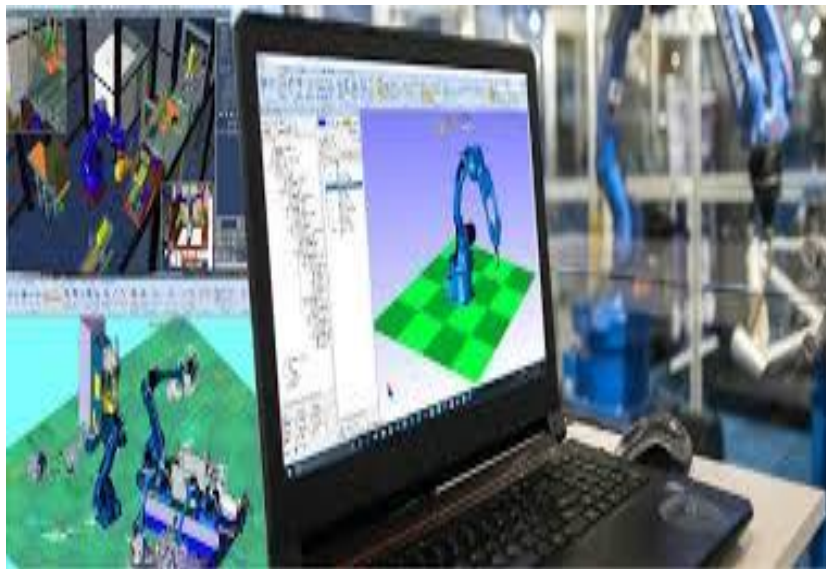


Figure 1 - The impact of 5G technology on the Internet of Things

One of the main areas is the development of algorithms for robot motion control. These algorithms ensure coordination of the robot's movements, trajectory

management, and stability during motion. Most modern solutions use feedback and adaptive control methods, which allow robots to adapt to changing conditions and overcome obstacles. The most commonly used algorithms are based on control theory (PID, LQR, optimal control), as well as artificial intelligence methods (neural networks, machine learning algorithms) that improve the accuracy and efficiency of robot movement.

Another important aspect is the integration of sensors and processing of data obtained from various sensors (such as cameras, lidars, ultrasonic sensors). The software must ensure precise processing of environmental information, which is critical for autonomous robots, for example, in logistics or agriculture. Modern solutions include perception algorithms and **SLAM** (Simultaneous Localization and Mapping) for mapping and navigating robots in complex and dynamic environments.

Conclusion. The development of software for controlling robotic systems (RS) is crucial for enhancing their efficiency, functionality, and autonomy. Recent advancements in algorithms for precise and adaptive motion control, as well as integration with various sensors and external devices, have significantly improved task execution and expanded the capabilities of robotic systems. Modern software solutions for RS address key areas such as motion control, environmental perception, navigation, and decision-making, enabling robots to be applied in diverse fields, including industry, healthcare, agriculture, and services. Software has become an essential part of all contemporary robotic systems, providing high levels of autonomy and adaptability to changing conditions. As computing technologies and artificial intelligence continue to advance, software will play an even greater role in robotics, driving the development of smarter, more flexible, and efficient robots for a wide range of applications.

References:

1. Gorobtsov, A.S. Synthesis of parameters for controlled motion of a walking robot with an orthogonal drive / A.S. Gorobtsov, A.D. Mokhov, G.Yu. Klimov //

Extreme Robotics: Proceedings of the International Conference with elements of a scientific school for youth, October 12-14, 2010 / St. Petersburg State Polytechnical University, Central Research Institute of Robotics and Technical Cybernetics. - St. Petersburg, 2010. - Pp. 234-235.

2. Mokhov, A.D. Evolutionary modeling of mobile robots / A.D. Mokhov // In the World of Scientific Discoveries. - 2010. - No. 4, part 11. - P. 119.

3. Mokhov, A.D. Subsystem for the synthesis of parameters for controlled motion of robotic systems in the CAE package FRUND / A.D. Mokhov, A.S. Gorobtsov // Extreme Robotics: Abstracts of the International Scientific and Technical Conference (St. Petersburg, November 23-25, 2011) / Shipbuilding and Ship Repair Technology Center, Central Research Institute of Robotics and Technical Cybernetics. - St. Petersburg, 2011. - Pp. 159-160.

PREDICTIVE MAINTENANCE USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING

A.A. Tleuova, G.S. Beketova

Almaty University of Power Engineering and Telecommunications

(AUPET)

e-mail: atleuova6@gmail.com

Abstract: Predictive maintenance is a method that helps predict potential equipment failures and avoid unexpected breakdowns. Recently, artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) technologies have increasingly been used for predictive maintenance. These technologies allow significant reductions in emergency repair costs and extend the lifespan of equipment. This article explores how these technologies can be applied in Kazakhstan to improve maintenance processes in industries. The aim of the work is to investigate predictive maintenance methods and adapt them to the conditions of Kazakhstan's industry. The following methods are used in the study: Analysis of historical data on failures to predict future breakdowns; Use of sensors to analyze equipment status in real time; Development of hybrid models combining different approaches to improve prediction accuracy.

The results of the study showed that using AI and ML for predictive maintenance can help reduce repair and maintenance costs and improve equipment performance. Data analysis from sensors allows timely detection of faults, which helps avoid prolonged downtimes. During the study, failure prediction models were developed, showing prediction accuracy of up to 98.7% with low error rates. These models can be useful not only for large enterprises but also in other sectors of Kazakhstan's economy, such as energy, agriculture, and transportation, which will improve the overall efficiency of the industrial sector.

Keywords: predictive maintenance, artificial intelligence, machine learning, equipment failures, sensors, hybrid models, Kazakhstan, industry.

Introduction. With the development of technology in industry, particularly in countries like Kazakhstan, the importance of implementing innovative solutions in maintenance processes continues to grow. Predictive Maintenance is a crucial tool for improving equipment condition management. The application of Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) technologies in this field not only allows for predicting potential failures but also minimizes downtime and reduces maintenance costs.

The main objective of predictive maintenance is to predict equipment failure before it happens. This enables companies to perform preventive work in advance,

avoid unplanned downtime, and significantly reduce emergency repair costs. Predictive maintenance technology is widely used in large industrial countries; however, in Kazakhstan, this practice is just beginning to develop, opening up ample opportunities for the adoption and adaptation of these technologies to local conditions.

Relevance of the Study for Kazakhstan. In Kazakhstan, where the industrial sector constitutes a significant portion of the economy, the efficiency of equipment operation directly impacts the financial results of enterprises. In the context of limited resources and high maintenance costs for aging equipment, the implementation of modern predictive maintenance technologies can be an important step toward increasing the competitiveness of Kazakhstani companies. Despite the existing potential, the use of Artificial Intelligence and Machine Learning in this area remains limited in domestic enterprises. The application of innovative failure prediction methods will help companies not only reduce maintenance costs but also extend the lifespan of their equipment.

Additionally, the industrialization and digitalization of Kazakhstan's economy are creating the necessary infrastructure for the introduction of technologies such as the Internet of Things (IoT) and sensor systems, which, in turn, will enhance the efficiency of predictive maintenance. However, for successful integration of these solutions, it is essential to study global practices and adapt them to the specific conditions of the Kazakhstani market.

Literature Review. Predictive maintenance using AI and ML technologies is an actively developing field that draws attention from researchers and specialists around the world. Machine learning methods are widely used in international practice to predict failures based on data collected from sensors installed on equipment.

There are several types of approaches in predictive maintenance:

1. Models based on historical data: These models use data about past failures and their signs to predict future breakdowns. Such models may include

various machine learning algorithms, such as regression analysis, classification, and neural networks (Dey et al., 2017).

2. Real-time analysis methods: Data is collected and analyzed during the operation of equipment using sensors installed on machines. This allows for obtaining up-to-date information about the equipment's condition and predicting its failure (Zhao et al., 2019). These approaches are actively used in large manufacturing and energy companies, where every moment of equipment operation is critical.

3. Hybrid models: Combining different data analysis methods, including both historical and real-time data, helps create more accurate and reliable predictions. Such models are widely used in metallurgy and the petrochemical industry (Jia et al., 2020).

Examples of successful implementation of predictive maintenance can be found in countries such as the USA and Germany. For instance, in the automotive industry, AI is used to predict failures of components with high accuracy. Predictive maintenance is also widely applied in railways, where defects in signaling systems and rails can be predicted based on the analysis of vibration data and temperature (Lee et al., 2014). However, the application of AI for predictive maintenance in Kazakhstan is still under-researched. This opens up opportunities for scientific research and the development of models that can be successfully implemented in domestic enterprises.

Research Methods. To achieve the objectives of this study, the AI4I 2020 dataset, which includes data on the condition of industrial equipment collected through sensors, will be used. These data include parameters such as temperature, pressure, vibration, and the wear of components. This dataset provides a unique opportunity to analyze real-world data, which is crucial for creating effective failure prediction models.

The machine learning methods applied in this work are as follows:

1. Regression analysis: This method will be used to predict the degree of wear of equipment based on numerical characteristics such as temperature and

pressure. Regression allows for accurately modeling the relationship between various parameters, helping assess the current state of the equipment and forecast its future condition.

2. Classification methods: These include decision trees and random forests. These methods will help predict the probability of equipment failure based on its current condition. Classification also allows for categorizing the data, enabling more precise determination of when maintenance or component replacement is necessary.

3. Ensemble methods: Examples include random forests and gradient boosting. These methods can significantly improve the accuracy of the model by combining several models into one, reducing error rates and increasing prediction stability.

Scientific Novelty. The scientific novelty of the work lies in adapting existing machine learning methods for predictive maintenance tasks at Kazakhstani enterprises. The use of real-world data in combination with advanced analysis algorithms allows for the creation of effective solutions that can significantly improve the process of equipment maintenance in the context of domestic industry. Unlike foreign practices, where such technologies are actively implemented, this process is only starting in Kazakhstan, opening new avenues for scientific research and the introduction of innovative solutions.

Practical Significance of the Study. The implementation of predictive maintenance models in Kazakhstan's industry can lead to significant economic and operational improvements:

- Reduction of maintenance and repair costs: Predicting failures in advance allows for preventive maintenance, avoiding costly emergency repairs.
- Extension of equipment lifespan: Determining when maintenance or component replacement is necessary helps extend the life of machinery.
- Optimization of production processes: Predictive maintenance helps avoid accidents, contributing to the overall efficiency of the enterprise.

The failure prediction models proposed in this study can be adapted not only

for large manufacturing enterprises but also for other sectors of Kazakhstan's economy, such as energy, transport, and agriculture.

Conclusion. Predictive maintenance using AI and ML opens significant prospects for improving the efficiency of Kazakhstan's industry. The introduction of such technologies will enhance the maintenance process, minimize repair costs, and extend the lifespan of equipment. The development of models based on real-world data and the use of machine learning methods will help adapt global practices to local conditions, which could be an important step toward the digitalization of Kazakhstan's industry.

References:

1. Dey, A., et al. (2017). Predictive maintenance: A survey and classification. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 10(2), 307-330.
2. Zhao, Y., et al. (2019). A review on predictive maintenance in industrial applications. *IEEE Access*, 7, 43210-43222.
3. Jia, X., et al. (2020). A hybrid approach for predictive maintenance using deep learning and machine learning. *Computers in Industry*, 118, 103206.
4. Lee, J., et al. (2014). Predictive maintenance and smart manufacturing. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 27(7), 591-607.

Information about the authors

Tleuova Assiya Abaevna, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications (AUPET), Master's student, Almaty, Baytursynov 126/1, atleuova6@gmail.com

Beketova Gulzhanat Sakhitjanovna, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications (AUPET). PhD, Almaty, Baytursynov 126/1, +7 777 752 8304, beketova_gs@mail.ru

СЕКЦІЯ 5

УПРАВЛІННЯ ПРОГРАМАМИ ТА ПРОЕКТАМИ, ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ.

УДК 004

МОДЕЛЬ ВИБОРУ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИСТОСТІ ПО ОБЛИЧЧЮ

Андрющенко В.Т., Шевченко Б.Р.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Технологія розпізнавання особистості за обличчям, яка сьогодні вважається однією з найбільш перспективних у сфері біометричних систем, має тривалу та складну історію розвитку. Від перших спроб до сучасних високоточних алгоритмів - цей шлях був сповнений значними досягненнями та важливими відкриттями. У цьому розділі розглянемо основні етапи еволюції технологій розпізнавання облич [1-2].

Мета роботи - підвищення ефективності системи захисту за рахунок розробки моделі технічного забезпечення для ідентифікації особистості по обличчю.

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 [3-5].

Часткові критерії оптимізації:

– максимальне значення пам'яті осіб

$$P = \max \sum_{h=1}^{h'} \sum_{q=1}^{q'} P_{hq} X_{hq}, \quad (1)$$

– мінімальний час затримки читання карти

$$Z = \min \sum_{h=1}^{h'} \sum_{q=1}^{q'} Z_{hq} X_{hq}, \quad (2)$$

– мінімальний час затримки читання осіб:

$$T = \min \sum_{h=1}^{h'} \sum_{q=1}^{q'} T_{hq} X_{hq}, \quad (3)$$

– мінімальна вартість пристрою

$$S = \min \sum_{h=1}^{h'} \sum_{q=1}^{q'} S_{hq} X_{hq}, \quad (4)$$

Область допустимих рішень визначається обмеженнями:

– пам'ять осіб не повинна бути менше заданої P^0

$$P_{hq} X_{hq} \geq P^0; h = \overline{1, h'}; q = \overline{1, q^h}; \quad (5)$$

– час затримки читання карти не повинен перевищувати заданого Z^0

$$Z_{hq} X_{hq} \leq Z^0; h = \overline{1, h'}; q = \overline{1, q^h}; \quad (6)$$

– час затримки читання особи не повинен перевищувати заданого T^0

$$T_{hq} X_{hq} \leq T^0; h = \overline{1, h'}; q = \overline{1, q^h}; \quad (7)$$

– вартість пристрою повинна бути не більше S^0

$$\sum_{h=1}^{h'} \sum_{q=1}^{q'} S_{hq} X_{hq} \leq S^0; \quad (3.8)$$

–може бути обраний лише одного типу та виду пристрій

$$\sum_{h=1}^{h'} \sum_{q=1}^{q'} X_{hq} = 1 . \quad (9)$$

Розроблена модель дозволить підвищити ефективність прийняття рішень при виборі технічного забезпечення для ідентифікації особистості по обличчю.

Література:

1. Методи Розпізнавання Облич: Короткий Огляд. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://itcm.comp-sc.if.ua/2017/Holubiak.pdf> (Дата звернення 01.05.2023)
2. Biometrics testing and statistic [Electronic resource]. - 2006. - 18 p. URL: <http://w\vw.biometrics.gov/documents/biotestingandstats.pdf>
3. Ус С.А., Коряшкіна Л.С. Моделі й методи прийняття рішень: навч. Посіб.; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Д. : НГУ, 2014. – 300 с.
4. Петров Е. Г., Новожилова М. В., Гребеннік І. В. Методи і засоби прийняття рішень у соціально-економічних системах: Навчальний посібник – К. : Техніка, 2004. – 256 с.
5. Кононихін О.С., Бондаренко М.О., Мухін М.Я. Модель вибору технічного забезпечення ідентифікації людини в умовах нечіткої інформації // «Наука і техніка сьогодні» - No 13(13) 2022. С. 441-452

УДК 658.014: 004.9

ВИБІР ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ВЕРСТАТІВ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ

Аносов Р.В., Ільге І.Г.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Сучасний процес модернізації промислового виробництва в значній мірі базується на широкому використанні верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК) [1].

При цьому обсяг світової індустрії верстатів даного класу постійно зростає, а їх виробництво практично монополізували провідні індустріальні держави – Німеччини, Японія та Сполучені Штати Америки [1].

Верстати з ЧПК класифікують як правило за основним типом оброблювальних операцій, що вони виконують, на декілька основних типів, таких як токарні верстати з ЧПК, фрезерні токарні верстати з ЧПК, тощо, але для всіх типів загальними складовими цього обладнання окрім власне верстата, є пристрій ЧПУ та керуюче програмне забезпечення [2], при цьому остання складова в сучасних умовах відіграє ключову роль в забезпеченні ефективного використання верстата в цілому.

Базовим типом програмного забезпечення для верстатів з ЧПК є програмні комплекси для розробки комп'ютерної моделі оброблювальної деталі [3].

Доцільний вибір програмного забезпечення даного типу не є тривіальною задачею з огляду на те, що в цьому секторі світового ринку розробниками пропонується велика кількість програмних комплексів з широким спектром технічних і економічних характеристик, причому в багатьох випадках декларовані розробником значення цих характеристик не співпадає з реальним.

Таким чином, вибір доводиться здійснювати в умовах невизначеності. Для того, щоб цей вибір проводився на науково-обґрунтованій основі,

доцільно використовувати методи вибору, що базуються на оцінках експертів в даній галузі, наприклад, метод аналізу ієрархій [4].

Реалізація даного методу має містити наступні етапи:

- визначення ієрархії критеріїв вибору, коефіцієнтів і складання структурної ієрархічної моделі вибору;
- побудова матриць попарних порівнянь і отримання експертних оцінок;
- визначення вагових коефіцієнтів на різних рівнях структурної ієрархічної моделі;
- обчислення узагальнених вагових коефіцієнтів і визначення доцільної альтернативи.

На верхньому рівні структурної ієрархічної моделі розташовано саму проблему:

- 1. Вибір програмних засобів верстатів з числовим програмним керуванням.

Другий рівень містить групи, що поєднують критерії вибору, а саме:

- 1.1 група економічних критеріїв;
- 1.2 група технічних критеріїв;
- 1.3 група користувацьких критеріїв.

Третій рівень містить власне самі критерії, що входять у певну групу.

Економічні критерії:

- 1.1.1 - вартість програмного продукту;
- 1.1.2 - наявність безкоштовних версій;
- 1.1.3 - наявність безкоштовного випробувального терміну.

Технічні критерії:

- 1.2.1 - функціонал програми;
- 1.2.2 - трудомісткість використання програми;
- 1.2.3 - адаптованість програми;
- 1.2.4 - рівень CAD/CAM інтеграції.

Користувацькі критерії:

- 1.3.1 - зручність інтерфейсу;

- 1.3.2 - легкість освоєння;
- 1.3.3 - вбудовані засоби автоматизації;
- 1.3.4 - рівень технічної підтримки.

На четвертому, останньому рівні розташовані альтернативи, тобто програмні продукти, між якими треба здійснити вибір.

Пропонується в якості альтернатив обрати наступні програмні комплекси [5-8]:

- Fusion 360;
- Mastercam;
- SolidCAM;
- SprutCAM.

Вказані вище елементи ієрархії в сукупності складають структурну ієрархічну модель проблеми вибору програмних засобів верстатів з числовим програмним керуванням.

Таким чином, визначено альтернативи програмного забезпечення верстатів з числовим програмним керуванням і розроблено структурну ієрархічну модель проблеми вибору програмних засобів даного типу, що дозволить реалізувати процедуру метода аналізу ієрархій і визначити доцільну альтернативу на основі науково-обґрунтованого підходу.

Література:

1. Overview of global CNC machine tool industry. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://capablemachining.com/blog/overview-of-the-global-cnc-machine-tool-industry/> (дата звернення: 25.10.2024).
2. Революція в програмному забезпеченні ЧПУ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sitelab-15.dss-bi.com.ua/index.php/statti/5-revoliutsiia-v-prohramnomu-zabezpechenni-chpu> (дата звернення: 25.10.2024).
3. Найкраще програмне забезпечення для ЧПУ 2022 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://raptorcnc.com.ua/ua/a476424-luchshee-programmnoe-obespechenie.html> (дата звернення: 25.10.2024).

4. Saaty T. L. The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill 1980, Newyork.
5. Autodesk Fusion: More than CAD, it's the future of design and manufacturing. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/overview?term=1-YEAR&tab=subscription> (дата звернення: 25.10.2024).
6. CNC Software Products. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mastercam.com/solutions/products/> (дата звернення: 25.10.2024).
7. SolidCAM CAM Modules. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.solidcam.com/cam-modules/modules-overview> (дата звернення: 25.10.2024).
8. SprutCAM Tech [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sprutcam.com/sprutcam-tech/> (дата звернення: 25.10.2024).

УДК 004:629.3

МОДЕЛЬ ВИБОРУ ТРАКТОРА ДЛЯ КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА

Бондарев О. О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Утримання автомобільних доріг в належному експлуатаційному стані є необхідністю в сучасних реаліях нашої країни, коли до стандартних робіт по обслуговуванню доріг додаються роботи по ліквідації наслідків ворожих дій агресора.

В цій ситуації є доцільним використання тракторів, які можуть виконувати роль базової машини, що має можливість виконувати широкий спектр технологічних операцій по утриманню доріг, зокрема міських, і подоланню аварійних ситуацій на дорогах завдяки використанню змінного обладнання.

Найбільш вживаним класом для комунальних міських робіт є трактори мінного класу, що мають потужність в діапазоні до 50 к.с. у відповідності до застосованого навісного обладнання [1].

Разом з тим постає проблема вибору конкретних моделей тракторів для вищевказаного застосування, зважаючи на велику кількість пропозицій на ринку, що відрізняються своїми техніко-економічними характеристиками. Також треба взяти до уваги, що в багатьох випадках має місце розбіжність між вказаними виробником значеннями характеристик тракторів і їх реальними значеннями, тобто вибір має відбуватися в умовах невизначеності.

В цій ситуації доречно використовувати методи, що спираються на думку експертів, наприклад, метод аналізу ієрархій [2], який дозволяє здійснити вибір з урахуванням сукупності факторів.

Першим кроком в реалізації методу аналізу ієрархій є декомпозиція проблеми вибору і представлення цієї проблеми у вигляді ієрархічної структурної моделі [2].

На вершині цієї моделі, тобто на верхньому рівні знаходиться сама проблема – вибір трактора для комунального господарства.

Нижче, на другому ієрархічному рівні знаходяться сукупності (групи) критеріїв, що впливають на проблему вибору:

- економічні критерії;
- технічні критерії;
- експлуатаційні критерії;
- ергономічні критерії.

На третьому ієрархічному рівні знаходяться самі критерії вибору, що підпорядковані переліченим групам.

До економічних критеріїв відносять базову вартість, тобто вартість власне трактора, вартість набору необхідного прицепного або навісного обладнання та вартість обслуговування машини, що містить вартість витратних матеріалів, палива, технічного обслуговування та запасних частин.

До технічних критеріїв відносять потужність двигуна, швидкість трактора, адаптивність до обладнання, що визначає можливість використання обладнання різних типів та універсальність, тобто діапазон завдань, які спроможний ефективно виконувати даний трактор.

До експлуатаційних критеріїв відносять надійність, вплив трактора на зовнішнє середовище (тиск на ґрунт, рівень викидів, тощо) та робочий ресурс машини.

Ергономічні критерії містять комфорт в кабіні оператора, рівень шуму та вібрації в кабіні, зовнішнє освітлення машини та оглядовість з кабіни, опції індивідуального налаштування обладнання робочого місця.

На четвертому ієрархічному рівні знаходяться альтернативи, тобто конкретні моделі тракторів, між якими буде здійснений вибір. Альтернативи позначено літерами А1-А4.

Структурна ієрархічна модель вибору трактора для комунального господарства подана на рисунку 1.

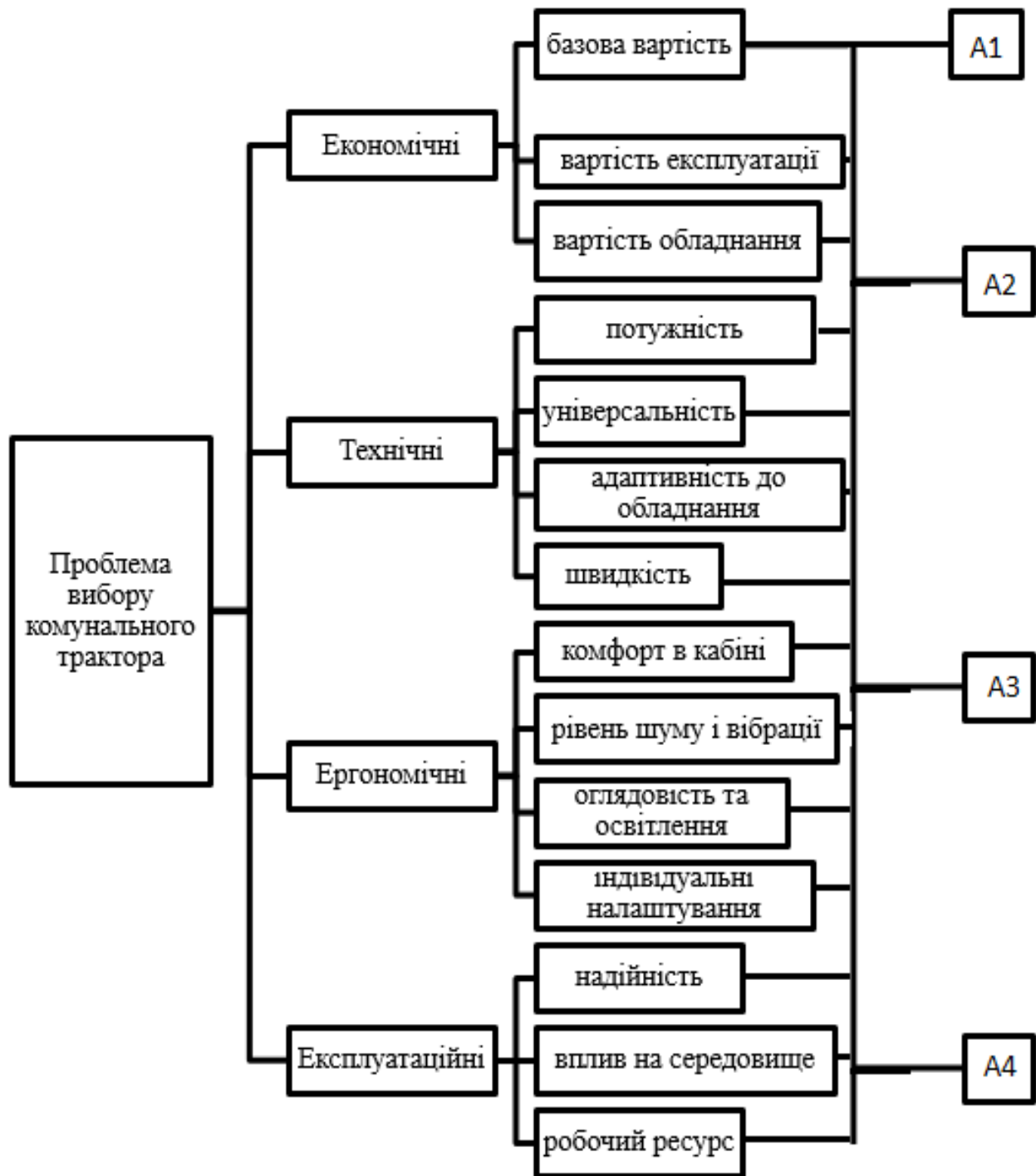


Рисунок 1 – Верхні рівні ієрархічної моделі вибору трактора

Представлена вище модель є основою для реалізації розрахункової процедури метода аналізу ієрархій і визначення найбільш доцільної моделі трактора з урахуванням всієї сукупності критеріїв.

Література:

1. Навісне обладнання для міні-трактора Види застосування: веб-сайт.
URL: <https://gardenunion.com.ua/navisne-obladnannja-dlja-mini-traktora-vidi-zastosuvannja-36/> (дата звернення: 12.11.2024)
2. Saaty T. L. The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill 1980, Newyork.

УДК 519.81: 656.1

ДЕКОМПОЗИЦІЯ ЗАДАЧІ СИСТЕМНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТІВ ЛОГІСТИЧНОЇ МЕРЕЖІ

Кобильник М. Є., Безкоровайний В. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

Ефективність існуючих і створюваних виробничо-збутових процесів багато в чому визначається якістю відповідної логістики. Однією з найважливіших проблем у плануванні логістики є оптимізація мереж ланцюжків постачання. Рішення щодо оптимізації ланцюжків постачання повинні бути досить стійкими та життєздатними у складному та невизначеному зовнішньому середовищі (зміна попиту та мережі споживачів, природні катаклізми, пандемії тощо) [1]. Зокрема, в умовах військового стану особливої актуальності набувають задачі реінжинірингу існуючих логістичних мереж. В умовах конкуренції для прийняття рішень все активніше впроваджують сучасні методи оптимізації на всіх етапах логістичних процесів, що дозволяє компаніям не лише уникати зайвих витрат, але й підвищувати швидкість доставки замовлень [2]. Сучасні технології системної оптимізації реалізуються на основі агрегативно-декомпозиційного та підходу блочно-ієрархічного підходів, що передбачають розбиття опису логістичної мережі (ЛМ) за ступенем деталізації на ієрархічні рівні та аспекти, а процесу оптимізації – на групи процедур, пов'язаних з отриманням та перетворенням описів щодо виділених рівнів та аспектів з подальшою їх агрегацією для отримання відповідному рівні рішень по мережі загалом [3].

Розрізняють задачі оптимізації макро- і мікрологістичних мереж. Задачі макрологістики виникають при оптимізації великомасштабних мереж. Вони, в першу чергу, пов'язані з вибором кількості і місць розташування вузлів (складів, терміналів, хабів) мережі та схем доставки вантажів [4-5]. Задачі мікрологістики розв'язуються для мереж невеликих масштабів шляхом

оптимізації множини кільцевих маршрутів [6].

Загальну задачу системної оптимізації ЛМ пропонується розглядати як проблему (метазадання) *MetaTask*, яка складається з множини задач $Task_i^l$, $i = \overline{1, i_l}$, що відносяться до різних ієрархічних рівнів l , $l = \overline{1, n_l}$ з їх взаємозв'язками за вхідними даними In_i^l та результатами розв'язання Out_i^l (рис. 1) [3]:

$$MetaTask = \{Task_l\}, \quad Task_l = \{Task_i^l\}, \quad i = \overline{1, i_l}, \quad l = \overline{1, n_l}, \quad (1)$$

де $n_l = 3$ – кількість рівнів опису проблеми; i_l – кількість задач на рівні l .

Задачі макрорівня за своєю сутністю є задачами системного проектування. Вони відрізняються обмеженнями, що відображають специфіку основних етапів життєвого циклу ЛМ: $Task_1^1$ – формування вимог до ЛМ та розробка технічного завдання на її оптимізацію; $Task_2^1$ – системне проектування; $Task_3^1$ – планування розвитку; $Task_4^1$ – адаптація мережі; $Task_5^1$ – реінжиніринг ЛМ.

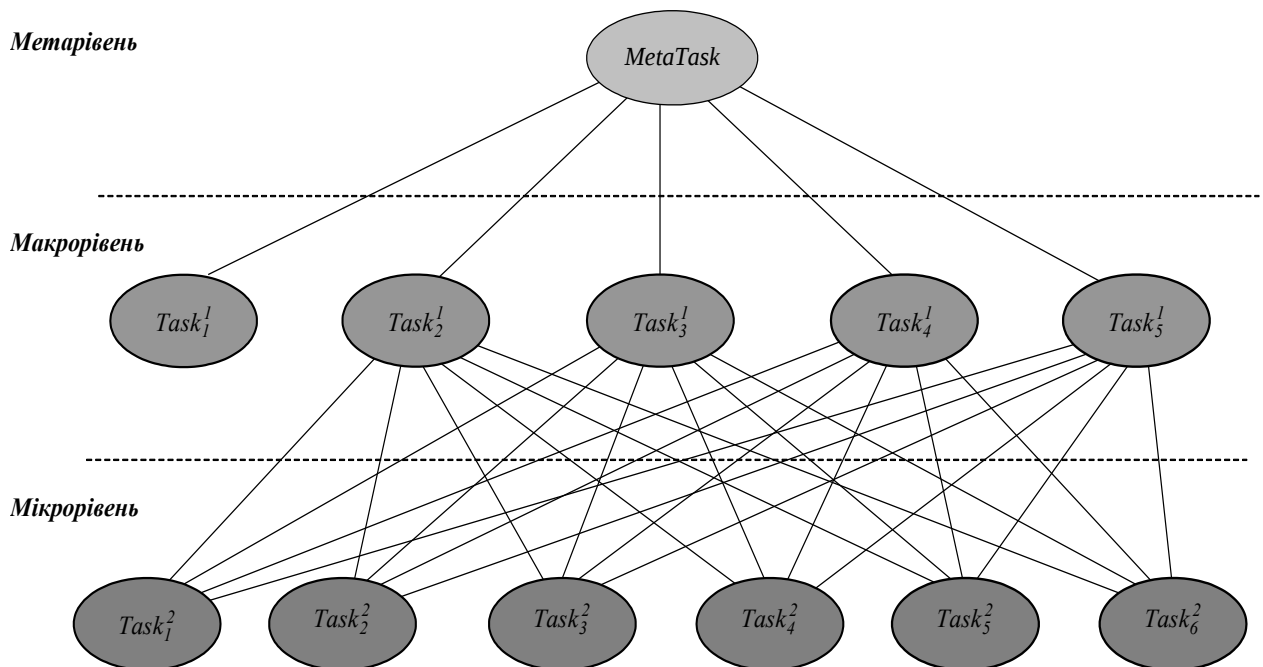


Рисунок 1 – Схема декомпозиції проблеми системної оптимізації ЛМ [3]

Основні задачі мікрорівня пов'язані з вирішенням питань оптимізації мережі: $Task_1^2$ – вибір принципів побудови ЛМ; $Task_2^2$ – вибір структури (кількості вузлів та схеми зв'язків через них між постачальниками та отримувачами вантажів); $Task_3^2$ – визначення топології (територіального розташування вузлів); $Task_4^2$ – вибір технології функціонування (маршрутів доставки вантажів); $Task_5^2$ – визначення параметрів (вузлів та транспортних засобів); $Task_6^2$ – оцінка ефективності та остаточний вибір варіанту організації ЛМ.

Системна оптимізація на виділеній множині (1) передбачає упорядкування і визначення процедур чи методів розв'язання задач, які дозволять отримати ефективний варіант побудови мережі. При цьому, технології оптимізації макро- і мікрологістичних мереж передбачають розв'язання різних комбінаторних задач.

Задачі оптимізації макрологістичних виробничо-збутових мереж передбачають пошук варіантів їх побудови на множині незамкнених деревоподібних структур. Для їх розв'язання успішно використовуються методи спрямованого перебору для побудови мінімального остовного чи стягуючого дерева MST (Minimum Spanning Tree) [4-5].

Задачі оптимізації маршрутів мікрологістики зазвичай зводяться до класичної задачі комівояжера TSP (Travelling Salesman Problem), що полягає у знаходженні маршруту мінімальної ваги, який проходить через усю множину пунктів ЛМ, відвідуючи кожен пункт лише один раз. У загальному випадку при врахуванні обмежень ємність чи вантажопідйомність транспортних засобів, часу доставки тощо задачі оптимізації ЛМ зводяться до задач декількох комівояжерів з обмеженнями MTSPC (Multiple TSP with Constraint) [6].

Для побудови ефективної технології системної оптимізації логістичних мереж необхідна розробка комплексу математичних моделей всіх задач (1) з урахуванням наборів їх вхідних та вихідних даних.

Автоматизація процедур системної оптимізації логістичних мереж дозволяє скоротити терміни вирішення завдань їх проектування, планування розвитку, реінжинірингу чи керування ними. Практичне застосування отриманих результатів за рахунок спільного розв'язання всього комплексу задач дозволить скоротити витрати на створення, модернізацію чи експлуатацію ЛМ, підвищити їх оперативність.

Напрямами подальших досліджень у цьому напрямку може бути удосконалення існуючих і розробка більш ефективних методів розв'язання задач структурно-топологічної та технологічної оптимізації.

Література:

1. В. А. Панченко та О. П. Панченко, «Оптимізація логістичних бізнес-процесів в умовах антикризового управління підприємством», Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління, №11, 2024.
2. С. Мінакова та О. Грігорі, «Сучасні методи оптимізації логістичних процесів», Підприємництво та управління розвитком соціально-економічних систем, №2, с. 107-127, 2023.
3. V. Beskorovainyi, "Systemological analysis of structural synthesis problem for territorial distributed systems", Management Information System and Devices, no. 120, pp. 29-37, 2002.
4. V. Beskorovainyi, O. Kuropatenko and D. Gobov, "Optimization of transportation routes in a closed logistics system", Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, no. 4 (10), pp. 24-32, 2019.
5. В. В. Безкоровайний, В. М. Русскін та С. В. Тітов, «Математична модель задачі оптимізації логістичних мереж в умовах інтервальної визначеності вхідних даних», Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, вип.103, с. 95-103, 2023.
6. О. В. Чернишенко та В. В. Безкоровайний, «Формалізація задачі оптимізації маршрутів логістичної мережі виробничого процесу», Комп'ютерно-інтегровані технології автоматизації технологічних процесів на

транспорті та у виробництві. Матеріали всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених, Харків: ХНАДУ, 2023, с. 257-260.

УДК 658.014: 004.9

КРИТЕРІЇ ВИБОРУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

Нефьодов Л.І., Ільге О.І.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Значна частина закладів освіти нашої держави в теперішніх умовах має працювати в он-лайн форматі, що визначає посилення провідної ролі інформаційно-комунікаційних технологій в навчальному процесі.

Основним інструментом взаємодії викладача і здобувачів під час проведення занять стають мультимедійні засоби навчання, що дозволяють подавати необхідну інформацію з використанням всіх різновидів навчального контенту, починаючи з даних у вигляді тексту і закінчуючи фрагментами навчального відеоряду.

В цій ситуації програмне забезпечення мультимедійних систем стає робочим знаряддям викладача, що відіграє суттєву роль в підвищенні ефективності навчального процесу в цілому. З цього випливає важливість здійснення доцільного вибору даного типу програмного забезпечення з урахуванням всієї сукупності критеріїв, що впливають на результативність його використання.

З усіх різновидів програмного контенту по ступеню впливу на здобувачів освіти і повноти донесення навчальної інформації незаперечним лідером є відео-контент, хоча його створення потребує значних зусиль і великих витрат часу.

Доцільний вибір програмних засобів для опрацювання цієї складової навчального контенту має суттєво заощадити час розробника і в найбільшій мірі підвищити ефективність навчального процесу.

Для того, щоб вибір програмних засобів редагування відео-контенту набув науково-обґрунтованого характеру необхідно визначити сукупність

критеріїв, що повно описують суттєві характеристики даного класу програм і застосувати відповідну модель вибору.

В сучасних умовах українськи заклади освіти мають задовольняти власні потреби в програмному забезпеченні в основному за рахунок безкоштовних або умовно-безкоштовних програмних продуктів, тому першочергово треба брати до уваги саме цей сегмент ринку програм редагування відео.

На ринку представлена велика кількість зразків спеціалізованих програм для редагування відео [1].

Найбільш знаними безкоштовними програмами в класі редагування відео є такі продукти як [1]:

- HitFilm Express;
- Lightworks;
- iMovie;
- VideoPad;
- DaVinci Resolve;
- VSDC Free Video Editor;
- OpenShot;
- Shotcut;
- Windows Video Editor;
- Vimeo Create.

На вибір програмного забезпечення вказаного типу впливає сукупність критеріїв, що відображають [2]:

- функціональні можливості програми;
- особливості взаємодії з користувачем;
- обсяг необхідних ресурсів комп'ютера;
- особливості відкритої ліцензії.

До найбільш вагомих функціональних критеріїв відносяться:

- редагування фрагментів відеоряду;
- робота з часовим треком;

- редагування кольорів;
- набір спеціальних ефектів;
- редагування звукового треку;
- сумісність з поширеними операційними системами;
- охоплення спектру форматів відео;
- взаємодія з програмним середовищем.

Оцінку рівня взаємодії з користувачем програм даного типу пропонується проводити за наступними критеріями:

- трудомісткість опанування програмним середовищем;
- доступність навчального контенту і довідників;
- зручність інтерфейсу та можливості його налаштування;
- рівень підтримки користувачів.

Для ефективного використання конкретного програмного продукту варто взяти до уваги критерії, що описують вимоги до комп'ютера:

- мінімальний обсяг оперативної пам'яті;
- необхідні характеристики процесора;
- вимоги до характеристик відеотерміналу;
- мінімальний обсяг відео пам'яті.

На ефективність використання програми можуть також суттєво вплинути параметри відкритої ліцензії:

- обмеження на підтримку форматів відео;
- тривалість безкоштовного використання;
- обмеження на використання функціоналу.

Таким чином, визначено і структуровано сукупність критеріїв вибору безкоштовного програмного забезпечення мультимедійних систем для редагування навчального відео-контенту, яка є основою для побудови науково-обґрунтованих моделей вибору програмних засобів даного типу, що використовують, зокрема, метод аналізу ієрархій [3].

Література:

1. Найкращі програми для монтажу відео: топ 10. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://futurenow.com.ua/najkrashhi-programy-dlya-montazhu-video-top-10/#google_vignette (дата звернення: 10.11.2024).
2. Ільге О.І., Нефьодов Л.І. Модель вибору програмних засобів створення навчального відеоконтенту // Комп'ютерно-інтегровані технології автоматизації технологічних процесів на транспорті та у виробництві : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених, 22 листопада. 2023 р. / Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. – Харків, 2023. – с.290-293.
3. Saaty T. L. The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill 1980, Newyork.

УДК 004.02

ВИБІР ПРОЄКТІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТА В УМОВАХ РИЗИКУ

Філь Н.Ю., Донець О.А.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Незважаючи на війну, одним із пріоритетних напрямів у роботі керівництва Харкова завжди був і залишається розвиток транспортної інфраструктури міста. Основними напрямками інноваційного розвитку транспортної інфраструктури міста є розробка різноманітних проєктів, спрямованих на розвиток інтелектуальних транспортних систем з метою управління дорожнім рухом, підвищення мобільності населення і вантажів, поліпшення якості життя населення, підвищення безпеки на дорогах і зниження шкідливого впливу автотранспорту на навколишнє середовище [1].

Розвиток інтелектуальних транспортних систем передбачає забезпечення формування необхідної інформації для учасників дорожнього руху, що сприятиме більш безпечному, скоординованому та розумному використанню транспортних мереж [1].

Серед пріоритетних напрямів, слід виділити такі: побудова оптимальних транспортних мереж і забезпечення сучасних інформаційних систем про дорожній рух; поліпшення системи моніторингу та управління роботою всіх видів транспорту, забезпечення оптимальної логістики перевезень вантажів і пасажирів, сприяння реалізації якісного управління та підвищенню безпеки дорожнім рухом; створення єдиної системи, що контролює зв'язок транспортного засобу з транспортною інфраструктурою; розроблення та впровадження інформації про дорожній рух для учасників дорожнього руху.

Розглянемо застосування математичних методів прийняття рішень за умов ризику для вибору проєктів розвитку транспортної інфраструктури міста.

Дані, які необхідні для прийняття рішень в умовах ризику, зазвичай задають у формі матриці, рядки якої відповідають можливим діям особи, яка приймає рішення, а стовпці – можливим станам системи (таблиця 1) [2-3].

Таблиця 1 – Матриця прийняття рішень в умовах ризику

	θ_1	θ_2	...	θ_n
a_1	$v(a_1, \theta_1)$	$v(a_1, \theta_2)$	...	$v(a_1, \theta_n)$
a_2	$v(a_2, \theta_1)$	$v(a_2, \theta_2)$	...	$v(a_2, \theta_n)$
...	...	...	...	
a_m	$v(a_m, \theta_1)$	$v(a_m, \theta_2)$	...	$v(a_m, \theta_n)$

Муніципалітет планує виділення коштів для модернізації транспортної інфраструктури. В якості альтернатив стратегій розвитку пропонується чотири проєкти:

р1) оптимізація часу рейсів всіх видів наземного транспорту з врахування дня тижня та часу дня;

р2) збільшення пропускної спроможності доріг міста за рахунок регулювання транспортних потоків;

р3) можливість побудови оптимального маршруту поїздки громадським транспортом з урахуванням дорожньої ситуації у місті;

р4) оптимізація маршрутів руху транспортних засобів з урахуванням актуальної ситуації на автошляхах міста.

Сьогодні невідома точна кількість пасажиропотоку через військову ситуацію. Припустимо, що пасажиропотік може набувати одне з чотирьох значень p_1 , p_2 , p_3 або p_4 . Матриця витрат (млн. грн.) для кожного проєкту модернізації транспортної інфраструктури міста з урахуванням пасажиропотоку представлена таблиці 2.

Таблиця 2 – Витрати на модернізацію транспортної інфраструктури міста

	n_1	n_2	n_3	n_4
p_1	5	10	18	25
p_2	8	8	8	23
p_3	12	18	18	21
p_4	30	22	19	15

Для вибору проєкту модернізації транспортної інфраструктури міста будемо використовувати методи прийняття рішень в умовах ризику, зокрема:

- критерій Лапласа (принцип недостатнього обґрунтування);
- мінімакський критерій (найкраще з найгіршого);
- критерій Севіджа;
- критерій Гурвіца (баланс між оптимізмом та песимізмом).

Розглянемо застосування запропонованих методів для вирішення поставленого завдання.

Критерій Лапласа – спирається на відомий принцип недостатнього обґрунтування, коли обирається проєкт P_i , що дає найбільший очікуваний виграш. Інакше кажучи, необхідно знайти проєкт P_i^* , для якого:

$$\min_{P_i} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n v(p_i, n_j) \right\}. \quad (1)$$

За критерієм Лапласа вважається, що всі можливі пасажиропотоки рівноймовірні, тому $P(n = n_j) = \frac{1}{4}$ ($j = \overline{1,4}$). Розрахунки очікуваних витрат при різних пасажиропотоках та вибір найкращого проєкту представлено на рисунку 1.

	n_1	n_2	n_3	n_4	$C(p_j)$
p_1	7	10	18	25	15
p_2	8	8	8	23	11,75
p_3	12	18	18	21	17,25
p_4	30	22	19	15	21,5
Рішення					11,75

Рисунок 1 – Вибір проекту за критерієм Лапласа

З отриманих значень вибираємо найменше – 11,5. Таким чином, найкраща пропозиція, згідно з критерієм Лапласа буде проект p_2 .

Розглянемо мінімаксний або максимінний критерій (найкраще з найгіршого), який базується на виборі кращої серед найгірших можливостей. Якщо результат $v(p_i, n_j)$ являє собою витрати (втррати або витрати) особи, яка приймає рішення, для проекту p_i найбільші витрати незалежно від можливого пасажиропотоку n_j дорівнюють $\max_{n_j} \{v(p_i, n_j)\}$. За критерієм мінімаксу обирається проект, який дає $\min_{p_i} \max_{n_j} \{v(p_i, n_j)\}$, тобто критерій є настільки «песимістичним», що іноді призводить до нелогічних висновків.

Розрахунки очікуваних витрат при різних пасажиропотоках та вибір найкращого проекту за критерієм мінімаксу представлені на рисунку 2. Найкращий проект – це p_3 .

	n_1	n_2	n_3	n_4	$C(p_j)$
p_1	7	10	18	25	25
p_2	8	8	8	23	23
p_3	12	18	18	21	21
p_4	30	22	19	15	30
Рішення					21

Рисунок 2 – Вибір проекту за критерієм мінімаксу

При використанні критерію Севіджа розраховується матриця «жально» (витрат, втрат), в якій $v(p_i, n_j)$ змінюємо на $r(p_i, n_j)$, які знаходимо за формулою:

$$r(p_i, n_j) = \begin{cases} \max_{p_k} \{v(p_k, n_j)\} - v(p_i, n_j) \\ v(p_i, n_j) - \min_{p_k} \{v(p_k, n_j)\} \end{cases}.$$

Складемо матрицю жально (рисунок 3). Для цього знайдемо мінімальний елемент кожного стовпця та віднімемо його від усіх елементів цього стовпця.

Потім знаходимо максимум по кожному рядку. В останньому (максимальному) стовпці вибираємо найменше значення – 8. Йому відповідає проєкт p_2 .

	n_1	n_2	n_3	n_4	max
p_1	0	2	10	10	10
p_2	1	0	0	8	8
p_3	5	10	10	6	10
p_4	23	14	11	0	23
Рішення					8

Рисунок 3 – Матриця «жально»

Критерій Гурвіца (баланс між оптимізмом та песимізмом) – охоплює різні підходи до прийняття рішень: від найбільш оптимістичного до найбільш песимістичного. У тому випадку, коли $v(p_i, n_j)$ представляє витрати, то вибирається дія:

$$\min_{p_i} \left\{ \alpha \min_{n_j} v(p_i, n_j) + (1 - \alpha) \max_{n_j} v(p_i, n_j) \right\}.$$

Перше доданок визначає частку оптимізму, а друге – частку песимізму.

Застосуємо критерій Гурвіца (баланс між оптимізмом та песимізмом). Вважаємо, що $\alpha = 0,5$. Найкраще значення має проєкт p_2 (рисунок 4).

	Доданок 1	Доданок 2	Значення
p_1	7	25	16
p_2	8	23	15,5
p_3	12	21	16,5
p_4	15	30	22,5
Рішення			15,5

Рисунок 4 – Реалізація критерію Гурвіца

Результати використання чотирьох методів наведемо у таблиці 2.

Таблиця 2 – Порівняння результатів вибору проєкту в умовах ризику

Критерій	Рішення
Критерій Лапласа	p_2
Мінімаксний або максимінний критерій	p_3
Критерій Севіджа	p_2
Критерій Гурвіца	p_2

Оскільки за більшістю критеріїв обрано проєкт p_2 , то рекомендується виділити кошти на збільшення пропускної спроможності доріг міста за рахунок регулювання транспортних потоків.

Література:

3. Воліков В. В., & Вдовиченко В.О. (2017). Транспортна інфраструктура Харкова (Аналіз стану та основні тенденції). Бизнес Информ, (12 (479)), 292-299
4. Прийняття рішень в умовах повної невизначеності. UTL: <https://dss.tg.ck.ua/decision-uncertainty-help/>.
5. Ус С.А., Коряшкіна Л.С.; Моделі й методи прийняття рішень: навч. посіб. – Д. : НГУ, 2014. – 300 с.

УДК 004.02: 613.6.01

ОЦІНКА РІВНЯ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРА ЕКСКАВАТОРА ЗА БАГАТЬМА КРИТЕРІЯМИ

Філь Н.Ю., Древаль І.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Автомагістралі вимагають постійного догляду. своєчасного усунення руйнувань, що з'явилися у процесі експлуатації. Тільки застосування спеціалізованої дорожньо-будівельної техніки дозволяє проводити роботи своєчасно та якісно.

Якісний та кількісний склад спеціалізованої техніки дорожньо-будівельних підприємств визначає темпи будівництва, вартість виконання робіт, якість виконуваних робіт, довговічність зведених або відремонтованих об'єктів і, зрештою, конкурентоспроможність підприємства, його імідж.

В даний час основна частка робіт з екскавації ґрунту при будівництві та ремонті автомобільних доріг виконується одноківшевими екскаваторами циклічної дії. Сьогодні одноківшеві екскаватори використовуються для проведення аварійно-рятувальних операцій зруйнованих будівель, відновленні автомобільних та залізничних доріг [1].

Багато досліджень вітчизняних та закордонних вчених присвячені темі ефективності роботи екскаваторів. Активні дослідження велися з середини ХХ століття – періоду активного виробництва та використання дорожньо-будівельної техніки. До найбільш відомих можна віднести: «Підвищення продуктивності одноківшевих екскаваторів» (Домбровський Н.Г., 1951); «Режими управління екскаваторами СЕ – 3 та ЕКГ – 4» (Панев Б.І., 1966); «Експлуатаційна надійність та технічне обслуговування екскаваторів ЕКГ – 8 та ЕКГ – 8І» (Голубєв В.А., Троп А.Є., Карасьов Н.М. та ін., 1971 р); «Надійність гірничого обладнання та ефективність його використання» (Голубєв В.А., Троп А.Є., 1974). У роботах розглядаються показники, що

впливають на високопродуктивну та ефективну роботу кар'єрного екскаватора.

В роботах українських вчених багато уваги приділяється розвитку конструкцій одноківшевих екскаваторів для їх максимальної ефективності в роботі [2]. На основі аналізу ходових пристроїв та перспектив їх удосконалення запроектовано конструкцію ходового обладнання одноківшевого екскаватора, що може використовуватись на опорній поверхні зі значною зміною її рельєфу.

В роботі [3] зазначено, що найбільш поширеною та часто використовуваною будівельною технікою є одноківшевий гідравлічний екскаватор.

В ході воєнних дій в Україні багато зруйновано будівель та споруд, що призводить до утворенню завалів на транспортних мережах та ускладненню доставки техніки на об'єкти для виконання аварійно-відновлювальних робіт.

Таким чином, сучасні екскаватори є високопродуктивними великогабаритними електромеханічними системами великої потужності, вдосконалення конструкцій яких знаходиться в постійному розвитку. Але у складних умовах роботи завдання управління здійснюються лише за спільної взаємодії оператора екскаватора та машини. тобто треба розглядати систему «оператор-екскаватор» [4].

Адже оператору екскаватора необхідно контролювати засоби відображення інформації, спеціальні пристрої контролю роботи електроприводів та діагностики обладнання – інформаційно-діагностичні системи, впливати на ручні та ножні органи управління, візуально контролювати хід робіт з екскавації та навантаження гірничої маси у транспортні засоби. Однією з обов'язкових умов ефективної експлуатації людино-машинних систем є високий рівень підготовки людини, що у роботі підсистеми.

Ефективність управління та експлуатації підсистеми «оператор-екскаватор» залежить не тільки від комплексного показника технічних

характеристик екскаватора та показник поточного технічного стану екскаватора, узагальненого ергономічного показника, але комплексного показника ефективності та продуктивності праці оператора екскаватора.

Комплексний показник ефективності та продуктивності праці оператора екскаватора складається з трьох показників кваліфікації, стажу роботи та наявності розряду оператора. Взагалі задача оцінки показника ефективності та продуктивності праці оператора екскаватора відноситься до слабоформалізованих задач. Для її розв'язання пропонується використовувати експертні методи прийняття рішень.

Основними етапами експертних методів прийняття рішень є: формулювання мети та вибір альтернатив та критеріїв для оцінки; встановлення професійних вимог до експертів; створення експертної групи; формування необхідних правил роботи експертної групи; проведення опитування експертів та внесення необхідних поправок загального висновку групи.

Проведений аналіз літератури дозволив визначити, що для виявлення важливості критеріїв найбільш точним є метод аналізу ієрархій Т. Сааті (Analytic Hierarchy Process - MAI), що використовує попарні порівняння об'єктів [5].

MAI – це систематична процедура ієрархічного представлення елементів, що визначає суть проблеми. Завдяки MAI складну проблему прийняття рішень можна зрозумілим та раціональним чином структурувати у вигляді ієрархії, порівняти та виконати кількісну оцінку альтернативних варіантів рішення, використовуючи думки експертів.

Класичному MAI присвячено багато досліджень, наприклад [5]. Розглянемо алгоритм MAI, який включає наступні кроки.

Крок 1. Синтез моделі проблеми у вигляді ієрархії, що включає мету, альтернативні варіанти досягнення мети та критерії для оцінки якості альтернатив.

Крок 2. Знаходження пріоритетів всіх елементів ієрархії з допомогою методу парних порівнянь. Даний метод передбачає порівняння експертом попарно елементів $O_1, O_2, \dots, O_n$ (об'єктів, критеріїв, альтернатив) та заповнення матриці парних порівнянь A :

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix},$$

де a_{ij} - це позитивне число, що показує у скільки разів вага елемента O_i більше ваги O_j , тобто $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$, де w_i, w_j - ваги i -го та j -го елементів відповідно [5].

Для попарного порівняння елементів використовується шкала порівнянь чи відносин Сааті.

Матриця A має наступні властивості: вона є квадратною, зворотно-симетричною, по діагоналі стоять одиниці.

Максимальний власне значення λ_{max} буде співпадати з порядком матриці n , а відповідний йому власний вектор

$$\bar{w} = (w_1, w_2, \dots, w_n)$$

є вектором ваг (важливості) елементів.

Нормовані ваги $\bar{w}$ можуть бути розраховані за формулою

$$w_j = \frac{1}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}, (j = \overline{1, n})$$

Крок 3. Перевірка думок експертів на узгодженість.

Матриці попарних порівнянь найчастіше є узгодженими. МАІ допускає неузгодженість думок при попарних порівняннях як невід'ємну частину. Тим не менш, надійні рішення не можуть бути ухвалені без прийнятного рівня узгодженості. У МАІ вводяться спеціальні числові показники – індекс узгодженості та індекс відносної узгодженості, що характеризує ступінь довіри до отриманих результатів.

Крок 4. Синтез глобальних пріоритетів альтернатив шляхом лінійного згортання пріоритетів елементів на ієрархії.

МАІ набув широкого поширення завдяки своїй здатності поєднувати величезну кількість неоднорідних даних та простому отриманню ваг альтернатив.

Проте суттєвим недоліком цього методу є наявність великої ймовірності помилки, яка може бути допущена експертами під час проведення попарного порівняння.

В даний час існує багато модифікацій МАІ. Для зниження впливу людської помилки пропонується використовувати результати теорії нечітких множин. Це дозволить експерту оперувати не тільки точними оцінками, а й інтервалами оцінювання альтернатив і критеріїв.

Література:

1. Л. А. Хмара, С.В. Шатов Використання будівельної техніки для виконання рятувальних та відновлювальних робіт при ліквідації наслідків стихійних лих та аварій // Будівництво України. 2008. № 5. С. 34-39.
2. М.К. Сукач, С.І. Лисак, С.І. Суслов Екскаватор для аварійно-рятувальних робіт // Харків: Вісник ХНАДУ, 2012. Вип 57. С. 222-227.
3. Л. А. Хмара, О. О. Дахно, А. М. Константінов, К. І. Дорохіна Телескопічне робоче обладнання одноківшевих гідравлічних екскаваторів / Л. А. Хмара, // Будівництво, матеріалознавство, машинобудування: зб. наук. тр. / Придніпр. держ. акад. буд. і архітектури. Дніпро, 2017. - Вип. 97. - С. 62-75.
4. Н.Ю. Філь, І.В. Древаль Ергономічні показники кабіни екскаватору // Комп'ютерні технології та мехатроніка: зб. наук. праць за матеріалами V Міжнар. наук.-практ. конф., (24 травня 2023 р.). – Харків, ХНАДУ, 2023. С. 57-59.
5. Saati T. Prinjatие reshenij. Metod analiza ierarhij, Moscow, Radio i svjaz', 1993, 278 p.

УДК 656:004.8

ЗАДАЧА СИНТЕЗУ ІНФОРМАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ

Філь Н.Ю., Ісаджанян А.М.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Одним із реальних наслідків інформаційної революції кінця ХХ століття є розширення процесу глобалізації. Значною мірою цьому сприяє інтеграція трьох глобальних технологій: інформаційної технології, телекомунікації та транспорту.

Використання сучасних досягнень інформаційних технологій і засобів зв'язку – телематики – в управлінні транспортними системами дозволяє кардинально підвищити ефективність і якість їх роботи. Тому транспортні системи з використанням АСУ, побудованих на основі телематики, отримали у всьому світі спеціальне найменування – інтелектуальні транспортні системи (ІТС) [1].

Прогнозують, що повсюдне впровадження ІТС дозволить: підвищити пропускну спроможність вуличної дорожньої мережі в містах на 20-30 %; знизити рівень аварійності на 30-40 %; зменшити екологічні викиди в контрольованій зоні на 20-30 % [2].

Основними перевагами ІТС є інформативність, безпека, ефективність, економічність та екологічність [2].

Для практичної реалізації ІТС необхідно створення розгалуженої дорожньо-транспортної, транспортно-технологічної, транспортно-сервісної та інформаційної інфраструктури [3]. Для поєднання функцій диспетчерської, оперативної та ситуаційної взаємодії залучених служб, відомств та інших суб'єктів транспортної системи необхідно розробити інформаційно-вимірювальний комплекс [4].

Інформаційно-вимірювальний комплекс ІТС повинен виконувати наступні функції [3-4]:

- управління транспортними потоками дозволить збільшити пропускну здатність транспортної мережі міста та формувати попереджувальну інформації про дорожню ситуацію, що склалася на автомобільних дорогах;

- оперативне виявлення порушень, які допущені водіями, у тому числі виявлення фактів порушення правил дорожнього руху та умисного зловживання, що відбувається в корисливих цілях;

- створення умов для попередження можливих порушень, включаючи доведення інформації до водіїв про різні за напруженістю умови дорожнього руху, попередження про необхідність підвищення уваги водіями виходячи з поточного та короткострокового прогнозу умов дорожнього руху, оперативне надання інформації спеціальним службам у разі ДТП чи інших небезпечних ситуаціях на транспорті.

Впровадження інформаційно-вимірювального комплексу ІТС дозволить підвищити ритмічність вантажоперевезень, ефективність роботи транспортних засобів за рахунок надання додаткових послуг, що включають актуальну інформацію про умови транспортування вантажів і пасажирів, контроль поточного місцезнаходження вантажу та його стан тощо.

Формування апаратного складу інформаційно-вимірювального комплексу ІТС повинно спиратися на наукові принципи, що дозволять оптимізувати його технічні, експлуатаційні та економічні характеристики.

Процедура формування оптимального апаратного складу інформаційно-вимірювального комплексу ІТС включає два взаємопов'язані завдання: формування критерію оптимальності, адекватного цілям проектування; вибір оптимальної проектної альтернативи з множини допустимих варіантів.

Таким чином, завдання синтезу складу і інформаційно-вимірювального комплексу ІТС може бути сформульована наступним чином: необхідно вибрати набір пристроїв, який дозволить реалізувати всю сукупність функцій, що покладаються на інформаційно-вимірювального комплексу ІТС, що розробляється, і виявиться оптимальним набір з точки зору критерію ефективності.

Розглянемо загальну постановку завдання синтезу інформаційно-вимірювального комплексу ІТС.

Відомо:

- множина функцій, яку повинен виконувати інформаційно-вимірювального комплексу ІТС $F = \{F_\alpha\}$ ($\alpha = \overline{1, \alpha^*}$), де α^* – кількість функцій;

- для виконання кожної α -функції ($\alpha = \overline{1, \alpha^*}$) може використовуватися множина типів елементів $E^\alpha = \{E_\beta^\alpha\}$ ($\beta = \overline{1, \beta^*}; \alpha = \overline{1, \alpha^*}$), β^* – кількість типів елементів;

- множина типів елементів $E^\alpha = \{E_\beta^\alpha\}$ ($\beta = \overline{1, \beta^*}; \alpha = \overline{1, \alpha^*}$) може мати множину видів елементів $E^\alpha = \{E_{\beta\gamma}^\alpha\}$ ($\gamma = \overline{1, \gamma^*}; \beta = \overline{1, \beta^*}; \alpha = \overline{1, \alpha^*}$), γ^* – кількість видів елементів;

- кожен тип та вид елементу інформаційно-вимірювального комплексу ІТС характеризується вартістю $C_{\beta\gamma}$ ($\gamma = \overline{1, \gamma^*}; \beta = \overline{1, \beta^*}$), об'ємом $V_{\beta\gamma}$ ($\gamma = \overline{1, \gamma^*}; \beta = \overline{1, \beta^*}$), масою $M_{\beta\gamma}$ ($\gamma = \overline{1, \gamma^*}; \beta = \overline{1, \beta^*}$), напрацюванням на відмову $N_{\beta\gamma}$ ($\gamma = \overline{1, \gamma^*}; \beta = \overline{1, \beta^*}$), середнім терміном служби $T_{\beta\gamma}$ ($\gamma = \overline{1, \gamma^*}; \beta = \overline{1, \beta^*}$), гарантійним терміном експлуатації $G_{\beta\gamma}$ ($\gamma = \overline{1, \gamma^*}; \beta = \overline{1, \beta^*}$), середнім часом відновлення (хв) $W_{\beta\gamma}$ ($\gamma = \overline{1, \gamma^*}; \beta = \overline{1, \beta^*}$).

Введемо змінну $X_{\beta\gamma}^\alpha = 1$, якщо для виконання α функції обрано елемент β типу γ виду, $X_{\beta\gamma}^\alpha = 0$ в протилежному випадку ($\gamma = \overline{1, \gamma^*}; \beta = \overline{1, \beta^*}; \alpha = \overline{1, \alpha^*}$).

Необхідно обрати елементи для виконання всіх функцій інформаційно-вимірювального комплексу ІТС із врахуванням часткових критеріїв та обмежень.

В якості часткових критеріїв

– мінімальна загальна вартість всіх елементів, що використовуються для виконання всіх заданих функцій

$$C = \sum_{\alpha=1}^{\alpha^*} \sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} C_{\beta\gamma} X_{\beta\gamma}^{\alpha} \rightarrow \min \quad (1)$$

– максимальне напрацювання на відмову

$$N = \sum_{\alpha=1}^{\alpha^*} \sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} N_{\beta\gamma} X_{\beta\gamma}^{\alpha} \rightarrow \max. \quad (2)$$

– мінімальний об'єм всіх елементів, що використовуються для виконання всіх заданих функцій

$$V = \sum_{\alpha=1}^{\alpha^*} \sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} V_{\beta\gamma} X_{\beta\gamma}^{\alpha} \rightarrow \min \quad (3)$$

– мінімальна маса всіх елементів, що використовуються для виконання всіх заданих функцій

$$M = \sum_{\alpha=1}^{\alpha^*} \sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} M_{\beta\gamma} X_{\beta\gamma}^{\alpha} \rightarrow \min \quad (4)$$

Область допустимих рішень визначається обмеженнями:

– вартість елементу γ виду β типу для виконання α функції не повинна перевищувати $\bar{C}_{\beta}^{\alpha}$

$$\sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} X_{\beta\gamma}^{\alpha} C_{\beta\gamma} \leq \bar{C}^{\alpha}; \quad (5)$$

– напрацювання на відмову елементу γ виду β типу для виконання α функції не повинна бути менше $\bar{N}^{\alpha}$

$$\sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} X_{\beta\gamma}^{\alpha} N_{\beta\gamma} \geq \bar{N}^{\alpha}; \quad (6)$$

– об’єм елементу γ виду β типу для виконання α функції не повинна перевищувати $\bar{V}^\alpha$

$$\sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} X_{\beta\gamma}^\alpha V_{\beta\gamma} \leq \bar{V}^\alpha; \quad (7)$$

– маса елементу γ виду β типу для виконання α функції не повинна перевищувати $\bar{M}^\alpha$

$$\sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} X_{\beta\gamma}^\alpha M_{\beta\gamma} \leq \bar{M}^\alpha; \quad (8)$$

– середній термін служби елементу γ виду β типу для виконання α функції не повинна бути менше $\bar{T}^\alpha$

$$\sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} X_{\beta\gamma}^\alpha T_{\beta\gamma} \geq \bar{T}^\alpha; \quad (9)$$

– середній час відновлення елементу γ виду β типу для виконання α функції не повинен бути більше $\bar{W}^\alpha$

$$\sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} X_{\beta\gamma}^\alpha W_{\beta\gamma} \leq \bar{W}^\alpha; \quad (10)$$

– гарантійний термін експлуатації елементу γ виду β типу для виконання α функції не повинен бути менше $\bar{G}^\alpha$

$$\sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} X_{\beta\gamma}^\alpha G_{\beta\gamma} \geq \bar{G}^\alpha; \quad (11)$$

– всі функції інформаційно-вимірювального комплексу ІТС повинні бути забезпечені апаратно

$$\sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} F_{\alpha} X_{\beta\gamma}^\alpha \geq 1, \quad (\alpha = \overline{1, \alpha^*}); \quad (12)$$

– необхідно обрати тільки один елемент γ виду β типу для виконання α функції

$$\sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} X_{\beta\gamma}^{\alpha} = 1 \quad (\alpha = \overline{1, \alpha^*}). \quad (13)$$

Модель (1)-(13) відноситься до завдань багатокритеріального дискретного програмування з булевими змінними [5]. В загальному вигляді поставлене завдання вирішити складно, тому пропонується його декомпонувати на часткові задачі вибору елементів для кожної функції окремо.

Таким чином, в роботі запропоновано узагальнену модель синтезу апаратного забезпечення інформаційно-вимірювального комплексу ІТС, яка дозволяє вибирати ефективний комплекс апаратних засобів за заданими критеріями та обмеженнями.

Література:

1. Горів Е.Б. Інформаційні технології в професійній діяльності (автомобільний транспорт): підручник. URL: <http://surl.li/pyzvwa>
2. Бажинов Ан. В., Рубцов. М. С. Інтелектуальні транспортні системи України // 82-га міжнародна студентська наукова конференція. Секція «Організація і безпека дорожнього руху», м. Харків, Україна, 21-24 квітня 2020 року: наукові праці. Харків. 2020. URL: <http://surl.li/jaeyad>
3. Харитоненко М. Ю., Колосок І. О. Інтелектуальні транспортні системи управління дорожнім рухом. // Збірник тез доповідей X Міжнародної науко-практ. конф. «Крамаровські читання», м. Київ, Україна, 23-24 лютого 2023 року. URL: <http://surl.li/kxasiv>
4. Методологічні основи проектування та функціонування інтелектуальних транспортних і виробничих систем: монографія / В. В. Аулін, А. В. Гриньків, А. О. Головатий [та ін.]; під заг. ред. д-ра техн. наук, проф. Ауліна В. В. – Кропивницький : Видавець Лисенко В.Ф., 2020. – 428 с.
5. Філь Н.Ю. Моделі вибору датчика температури та вологості для модуля системи екологічного моніторингу // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво, № 55 (2024), С. 206-212.

УДК 004.02

ЗАДАЧА ВИБОРУ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Філь Н.Ю., Кисляков О.Б.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

На сучасному виробництві автоматизовані системи керування технологічними процесами грають одну з ключових ролей у виробництві.

Автоматизована система управління технологічним процесом АСУТП (на англ. Process Control System або Industrial Control System; ICS) – це система, яка за участю операторського персоналу забезпечує в реальному часі виготовлення або переробку продукції за заданими технологічними та техніко-економічними критеріями. [1].

Кожна АСУТП в своєму складі сучасних автоматичних засобів збору й обробки інформації.

Автоматизація технологічних процесів здійснюється за допомогою промислових логічних контролерів – пристроїв, що вбудовуються у виробничу структуру підприємства. Вони стають її невід'ємною частиною та утворюють незалежну систему управління технологічним процесом. Сьогодні неможливо уявити системи автоматизації виробництва без використання програмованих логічних контролерів (ПЛК) [1,2].

На сьогоднішній день при вирішенні завдань автоматизації виробництва ПЛК міцно займає лідируючі позиції. Їх використання значно підвищує гнучкість системи, а також знижує вартість її створення та подальшої експлуатації. На сучасному ринку представлено багато різних програмних комплексів (ПК) для розробки програм для керування ПЛК.

Таким чином, розв'язання задачі багатокритеріального вибору ПК для розробки програм для керування технологічним процесом та обладнанням є актуальною науково-прикладною задачею.

Метою дослідження є підвищення ефективності керування технологічним процесом та обладнанням за рахунок розробки методу вибору ПК для розробки програми керування технологічним процесом та обладнанням за багатьма функціональними та вартісними критеріями.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні кроки [2]:

- 1) визначити множину альтернатив – ПК, які можуть бути використані для керування технологічним процесом та обладнанням;
- 2) визначити критерії вибору ПК для керування технологічним процесом та обладнанням;
- 3) обрати метод розв'язання поставленої задачі;
- 4) провести вибір ПК для розробки програми керування технологічним процесом та обладнанням;
- 5) оцінити отримані результати. Якщо отримані результати не задовольняють експертів, то необхідно повернутися на перший крок і пройти процедуру прийняття рішення знову, можливо обравши нові критерії та/або альтернативи. та/або метод розв'язання задачі.

Складність розв'язання задачі вибору ПК для розробки програми керування технологічним процесом та обладнанням із використанням ПЛК обумовлена в першу чергу суперечливістю функціональних та вартісних критеріїв, що призводить до необхідності використання деякої схеми розумного компромісу, що забезпечить гармонійне підвищення якості рішення за кожним частковим критерієм.

Розглянемо характеристики існуючих на ринку автоматизації ПК, які використовуються для автоматизації різних технологічних процесів та обладнання.

ПК CoDeSys (Controller Development System) є поширеним середовищем для програмування ПЛК, в якому крім п'яти стандартних мов програмування ПЛК використовується мова CFC (Continuous Function Chart) [3].

ПК LabView (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench), реалізована на основі графічної мови програмування «G», застосовується для збору та обробки даних, керування технологічними об'єктами та процесами, для реалізації графічних схем підключення обладнання тощо. Принцип побудови LabView близький до програмної системи SCADA [4].

ПК ISaGRAF є програмним продуктом, що використовує апаратно незалежний генератор коду, що виконується, та дозволяє здійснювати трансляцію проектів у програмний код мовою «C» та отримати повнофункціональний контролер [5].

ПК Multiprog є середовищем розробки програм логічного керування з повним набором сервісів стандарту МЕК 61131-3 [6]. ПК Multiprog базується на операційній системі реального часу власного виробництва (ProConOS) із середовищем програмування ОС Windows.

ПК Open PCS є середовищем для розробки програм логічного управління стандарту МЕК 61131-3, яке може бути використана виробниками обладнання для програмування контролерів за допомогою модуля підтримки ПЛК - SmartPLC. Остання версія ПК побудована на базі технології ISaGRAF [7].

ПК Simatic Step 7 є середовищем для виконання комплексу робіт зі створення та обслуговування систем автоматизації на основі ПЛК Simatic S7-300 та Simatic S7-400 фірми Siemens. Насамперед це роботи з програмування ПЛК із використанням трьох мов програмування стандарту МЕК 61131-3: LD – мова релейно-контактної логіки; FBD – мова функціональних блокових діаграм; ST – мова списку інструкцій [8].

В якості критеріїв пропонується розглянути наступні: операційна система, що використовується; мови програмування, які використовуються; забезпечення сумісності з іншими ПК ПЛК; підтримка об'єктно-орієнтованої парадигми; використання сервісів стандарту МЕК 61131; вартість ПК.

Розглянемо загальну постановку задачі вибору ПК для автоматизації технологічного процесу та обладнання.

Відомо:

– множина програмних комплексів для автоматизації технологічних процесів та обладнання $ПК = \{ПК_k\}, k = \overline{1, k^*}$;

Кожний ПК, характеризується рядом показників:

- 1) операційна система, яка використовується для k -го ПК – $OS_k, (k = \overline{1, k^*})$;
- 2) кількість мов програмування k -го ПК – $PL_k, (k = \overline{1, k^*})$;
- 3) забезпечення сумісності k -го ПК з іншими ПК – $EC_k, (k = \overline{1, k^*})$;
- 4) підтримка об'єктно-орієнтованої парадигми k -м ПК – $SP_k, (k = \overline{1, k^*})$;
- 5) використання k -м ПК сервісів стандарту МЕК 61131 – $SS_k, (k = \overline{1, k^*})$;
- 6) вартість k -го ПК – $C_k, (k = \overline{1, k^*})$.

Для кожного критерію задана вага, яка задається множиною $W = \{w_j\}$, $(j = \overline{1, m})$ та визначає їх значущість ;

– кожному критерію з множини може бути поставлено у відповідність нечіткі функції належності альтернатив [9-10]

$$A(C_j) = \{\mu_{C_j}(x_1), \mu_{C_j}(x_2), \dots, \mu_{C_j}(x_n)\} \quad (1)$$

де $\mu_{C_j}(x_i)$ - функція належності оцінки альтернативи $x_i, (i = \overline{1, n})$ за критерієм $C_j, (j = \overline{1, m})$ та $\mu_{C_j}(x_i) \in [0, 1]$. Тобто, вона є мірою відповідності альтернативи висуненим вимогам за критерієм $C_j, (j = \overline{1, m})$.

Необхідно визначити альтернативу $ПК_k$, яка в найбільшій мірі відповідає вимогам усієї сукупності критеріїв.

Для вирішення поставленого завдання доцільно використати моделі, які побудовані з використанням апарату нечітких множин (нечіткої математики) або за допомогою лінгвістичних змінних [10].

Висновки. У роботі розглянуто загальну постановку завдання вибору програмного комплексу для автоматизації технологічних процесів та обладнання. Розглянуто алгоритм прийняття рішення. Вибрано безліч альтернатив - сучасних комплексів, що використовуються для автоматизації технологічних процесів та обладнання. Розглянуто функціональні та вартісні критерії вибору програмних комплексів. Для вирішення розглянутої задачі пропонується використовувати метод Белмана-Заде, заснований на нечітких множинах.

Література:

1. М. Я. Островерхов Комп'ютерні засоби автоматизації електротехнологічних установок: конспект лекцій: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.
2. N. Fil Method of Selection of Programmable Logic Controller in Conditions of Fuzzy // Information 2023 IEEE 4th KhPI Week on Advanced Technology, KhPI Week 2023 - Conference Proceedings 02-06 October 2023. DOI: [10.1109/KhPIWeek61412.2023.10312848](https://doi.org/10.1109/KhPIWeek61412.2023.10312848)
3. CODESYS Group. URL: <https://www.codesys.com/>
4. What is NI LabVIEW?. URL: <https://www.ni.com/en/shop/labview.html>
5. ISaGRAF Technology. URL: <https://www.rockwellautomation.com/en-us/support/>
6. KW Software. URL: <https://www.kwsoftware.com/>
7. Infoteam software AG. URL: <https://infoteam.de/>

8. Siemens Energy. URL: <https://www.siemens-energy.com/global/en/home.html>

9. International standard IEC 61131-3. Part 3: Programming languages. URL: https://d1.amobbs.com/bbs_upload782111/files_31/ourdev_569653.pdf

10. Л.І. Нефьодов, Н.Ю. Філь, Д.С. Ковальов Модель вибору php-фреймворків для розробки веб-додатків для інформатизації проектної організації / Вісник ХНАДУ, 2019. Вип. 87, С. 74-78, DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2019.87.0.74.

УДК 004:623.437

СТРУКТУРНА МОДЕЛЬ ВИБОРУ МАЛОТОННАЖНОЇ ВАНТАЖІВКИ

Юнашев Д. С.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Малотоннажні перевезення займають вагому частину ринку перевезень нашої країни. Найбільш поширеним засобом доставлення вантажу в міських умовах є автомобілі малого тоннажу, а саме буси, пікапи або малотоннажні вантажівки.

При цьому на світовому ринку більшість виготовлених малотоннажних вантажівок і фургонів мають загальну вагу до 4 тон і можуть перевозити вантажі масою до 1,8 тон.

Виходячи з аналізу різних типів малотоннажних вантажівок [1,2], що пропонуються на світовому ринку, можна відмітити, що ці типи представлені багатьма позиціями від різних виробників. При цьому декларовані виробниками значення базових характеристик у багатьох випадках радше є відображенням їх маркетингової політики, на відміну від реальних значень, що характеризують певну модель при практичному використанні. В таких умовах здійснення доцільного вибору певної малотоннажної вантажівки відбувається в умовах невизначеності і має спиратися методи, що використовують досвід експертів в даній тематиці [3].

Для оцінки характеристик даного типу вантажівок варто застосовувати сукупність критеріїв. Ці критерії можна об'єднати в наступні групи:

- технічні критерії;
- економічні критерії;
- ергономічні критерії;
- ергономічні критерії.

Найбільш ваговими технічними характеристиками є:

- Вантажопідйомність;

- максимальну швидкість;
- запас ходу;
- потужність та об'єм двигуна;
- габарити;
- дорожній просвіт;
- тип палива.

Критерії, що входять в економічну групу:

- вартість вантажівки;
- вартість обслуговування;
- розхід палива.

До групи експлуатаційних критеріїв відносять:

- екологічний клас;
- гарантійний період;
- сервісне обслуговування;
- умови захисту вантажу.

Критерії ергономічної групи наступні:

- можливості налаштування руля та сидіння;
- тип коробки передач;
- наявність підсилювача керма;
- система мікроклімату;
- дизайн кабіни.

Спираючись на перелічені вище критерії можна побудувати структурну модель проблеми вибору малотоннажної вантажівки, як це представлено на рисунку 1.

На верхньому рівні моделі знаходиться сама проблема вибору малотоннажної вантажівки.

Другий рівень ієрархії складають групи критеріїв, які впливають на вибір вантажівки.

На третьому рівні знаходяться самі критерії, за якими відбувається порівняння різних моделей вантажівок. Ці критерії входять в ієрархію певної групи критеріїв з другого рівня моделі.

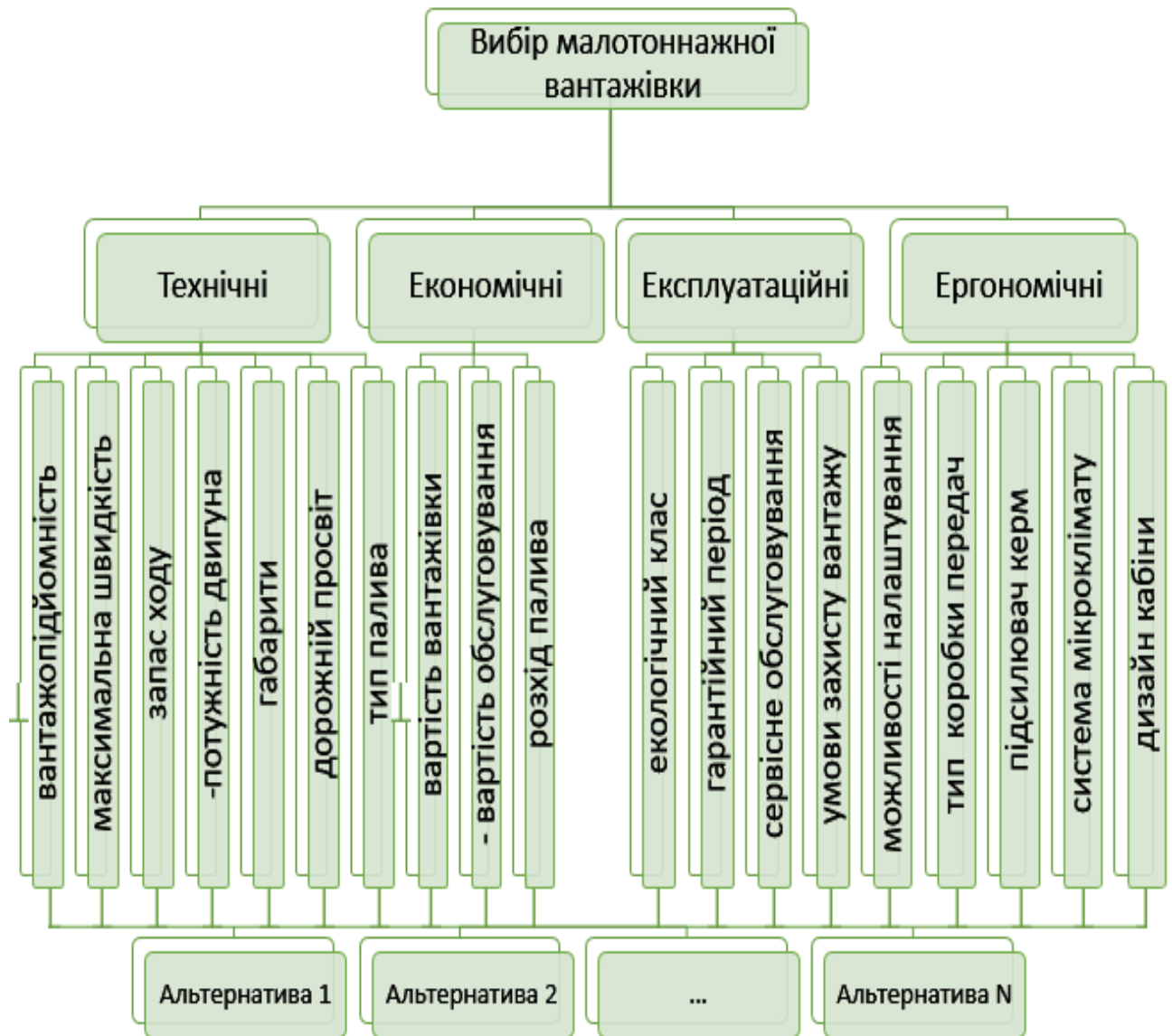


Рисунок 1 – Структурна модель вибору малотоннажної вантажівки

На останньому, четвертому рівні ієрархії знаходяться альтернативи – конкретні моделі малотоннажних вантажівок, між якими необхідно зробити вибір.

Таким чином, побудовано структурну ієрархічну модель вибору малотоннажної вантажівки, яка є основою для реалізації методу аналізу

ієрархій [3] і науково-обґрунтованого вибору альтернативи, що є найбільш доцільною з урахуванням всієї сукупності критеріїв.

Література:

1. Малотоннажні бортові вантажівки. веб-сайт. URL: <https://www.gruzovik.com/furgony/malotonnazhnye-bortovye-gruzoviki/daf-45-130-turbo-dc-a553997.html> (дата звернення: 25.10.2024).
2. Малотоннажні вантажівки. веб-сайт. URL: <https://autoline.ua/-/malotonnazhni-vantazhivki--c1660> (дата звернення: 25.10.2024).
3. Saaty T. L. The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill 1980, Newyork.

УДК 658.5624

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ QUALITY 5.0 НА СУЧАСНИХ ВИРОБНИЦТВАХ

Янушкевич Д.А., Іванов Л.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

У 2015 році ООН ухвалила план досягнення спільного кращого майбутнього та було затверджено 17 Цілей сталого розвитку (ЦСР). Однією із ЦСР є забезпечення переходу до раціональних моделей споживання і виробництва. Сучасний світ перебуває в процесі швидких змін у всіх сферах життя. У всіх з них існують проблеми, які потребують термінового вирішення. Перехід до концепції четвертої промислової революції Industry 4.0 змінив погляд на промисловість у 21 столітті, а також дав відповіді на виклики, засновані на концепції системи управління якістю (Quality 4.0). За останні десять років розроблено концепцію японського Society 5.0, яка потребує розроблення концепції управління якістю Quality 5.0.

Тенденції 21 ст. полягають у створенні розумного суспільства. Для цього була створена концепції четвертої промислової революції (Industry 4.0) і розумна якість (Quality 4.0). Четверта промислова революція – поняття, що означає розвиток і злиття автоматизованого виробництва, обміну даних і виробничих технологій в єдину саморегульовану систему, з якнайменшим або взагалі відсутнім втручанням людини у виробничий процес [1, 2]. Термін був визначений як поняття для технологій та концепцій організації виробництва з використанням кіберфізичних систем, Інтернету речей (IoT) тощо. Industry 4.0 – це фаза промислової революції, яка характеризується злиттям технологій, що розмиває межі між фізичною, цифровою та біологічною сферами. Industry 4.0 дає змогу збирати та аналізувати дані з різних пристроїв, забезпечуючи більш швидкі, більш ефективні та більш гнучкі процеси виробництва товарів вищої якості за зниженими цінами.

До ключових технологій Industry 4.0 відносяться: штучний інтелект, Інтернет речей (IoT), роботизація та колаборизація, розумний завод (Smart Factory), безпілотні транспортні засоби, технології симуляції, які доповнені реальністю, хмарні технології, біоінженерія та нові матеріали, аналіз великих баз даних, безмежний доступ до Інтернету та розвиток інформаційних технологій, які ще недавно здавалися фантастикою, стають реальністю [1].

До основних складових концепції Quality 4.0 (рис. 1) належать: дані (data), аналітика (analytics), взаємодія (connectivity), співпраця (collaboration), розробка додатків (app development), системи управління (management systems), відповідність вимогам (compliance), культура (culture), лідерство (leadership) та компетенції (competency). Концепція Quality 4.0 не замінює традиційні методи управління якістю, що розвиваються в рамках систем управління якістю підприємств, а будується та вдосконалюється на їх основі. Процес удосконалення технологій Industry 4.0 відбувається в усіх технологічно розвинутих країнах світу.



Рисунок 1 – Складові концепції Quality 4.0

Тому існують проблеми інтеграції та включення людини у процес розвитку розумного суспільства Society 5.0, а також проблеми стійкості системи Industry 5.0, якості життя людей тощо. Це дало виклики для розробки концепції якості Quality 5.0. Перехід від Industry 4.0 до Industry 5.0 – це трансформація цифрового виробництва в цифрове суспільство. Виміри конвергентних технологій мають рівні [2]:

1. Значення для підприємства.
2. Цінність для фірми (підприємства).
3. Значення для галузі.
4. Цінність для суспільства.
5. Цінність для особистості.

Усі рівні містять елементи Quality 4.0 (рівні 1, 2 і 3) і Quality 5.0 (рівні 4 та 5).

Проблеми впровадження Quality 5.0 передбачають: створення нових цінностей для розвитку галузі в майбутньому та соціальної трансформації, реорганізація економічних і соціальних викликів, більша підтримка науки, технології та інновації), встановлення системних циклів людських ресурсів, знань і потенціалу для інновацій. Були визначені чотири хвилі змін для переходу від Quality 4.0 до Quality 5.0:

1. Перша хвиля (2010-2020 рр.) з повільним розвитком технологій і першим впровадженням розумних рішень.
2. Друга хвиля (2020-2030 рр.) з інноваційною стратегією розвитку, пов'язаною з RFID, телеметрією, інтеграцією тощо.
3. Третя хвиля (2030-2040 рр.) із самоскладанням, масовим 3D-друком, самостійними покупками тощо.
4. Четверта хвиля (2040-2050 рр.) з парадигмою впевненості, що підтримується передовими робототехнічними системами та штучним інтелектом, автономними транспортними засобами, повною автоматизацією виробництва тощо.

Таким чином, концепція Quality 5.0 не замінює традиційні методи управління якістю (що розвиваються в рамках систем управління якістю підприємств, а швидше будується та вдосконалюється на їх основі).

Література:

1. Yanushkevych D. A. Modern quality management systems of enterprises based on the Industry 4.0 concept // Наука. Інновації. Якість: Харків: УІПА, 2022. – с. 33-34.

2. Slavko Arosvski. Quality 5.0 from challenges to reality, Journal of Innovations in Business and Industry, Vol. 01, №. 01 (2023) 13-21, doi: 10.61552/JIBI.2023.01.002.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

МАТЕРІАЛИ

ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ І МОЛОДИХ УЧЕНИХ
(20 листопада 2024р., 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 2024 р. (Лист ІМЗО № 21/08-7 від 04 січня 2024 р.)

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. *проф. Гурко О.Г.*

Технічний редактор к.т.н., доц. Ільге І.Г..