

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
SZKOŁA GŁÓWNA GOSPODARSTWA WIEJSKIEGO W WARSZAWIE  
POZNAŃ UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES  
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

---

Факультет автоматизації і комп'ютерних систем

X Міжнародна науково-технічна  
Internet-конференція

**«Сучасні методи, інформаційне,  
програмне та технічне забезпечення  
систем керування організаційно-  
технічними та технологічними  
комплексами»**

24 листопада 2023

---

КИЇВ НУХТ 2023

**Матеріали** X Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами», 24 листопада 2023 [Електронний ресурс]. – К: НУХТ, 2023. – 224 с. – Режим доступу: <https://nuft.edu.ua/naukova-diyalnist/naukovi-konferencii>.

У матеріалах конференції наведено доповіді за напрямками: автоматизація процесів керування технологічними процесами та комплексами, інтелектуальні системи керування та аналізу даних, інтегроване автоматизоване керування організаційно-технічними системами, інформаційні системи керування у виробництві та освіті. Видання містить програму і матеріали Міжнародної науково-технічної конференції.

Матеріали конференції будуть корисні науковим та інженерно-технічним працівникам, виробникам, потенційним інвесторам, студентам вищих закладів освіти та всім, хто пов'язаний з харчовою промисловістю та автоматизацією.

**Подано в авторській редакції.**

**Редакційна колегія:**

**Голова програмного комітету:**

**С. В. Токарчук**, канд. техн. наук, доц., проректор з наукової роботи НУХТ

**Голова організаційного комітету:**

**С. В. Токарчук**, канд. техн. наук, доц., проректор з наукової роботи НУХТ

**Заступники голови оргкомітету:**

**Я. В. Смітюх**, канд. техн. наук, доц., завідувач кафедри автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління НУХТ

**С. В. Грибков**, д-р техн. наук, доц., завідувач кафедри інформаційних технологій, штучного інтелекту та кібербезпеки НУХТ

**Секретаріат оргкомітету:**

**М. С. Романов**, канд. техн. наук, доц., доцент кафедри автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління НУХТ

**М. П. Костіков**, канд. техн. наук, доц., доцент кафедри інформаційних технологій, штучного інтелекту та кібербезпеки НУХТ

**ISBN 978-966-612-306-3**

**© НУХТ, 2023**

## ЗМІСТ

<b>Секція 1. Автоматизація процесів керування технологічними процесами та комплексами.....</b>	<b>13</b>
<i>К. Witaszek, A. Dudnyk, V. Reshetiuk</i>	
Development of a technology for the management of waste biomass from agricultural production through methane fermentation and pellet production.....	14
<i>Є.А. Бондаренко</i>	
Автоматизований вибір компонентів систем машинного зору для автоматизованих систем керування на базі стандарту VDI 2632	
Частина 2.....	15
<i>І.В. Величко, В.М. Сідлецький</i>	
Автоматизоване керування мікрокліматом з людино-машинним інтерфейсом на базі одноплатних комп'ютерів.....	17
<i>М.В. Герасімов</i>	
Моделювання динамічного режиму розпилювальної сушарки у процесі виробництва подвійного гранульованого суперфосфату.....	19
<i>Ю.А. Гудзь</i>	
Сучасні тенденції при автоматизації вакуум-апаратів в цукровій промисловості.....	21
<i>Л. Р. Ладієва, А. С. Даниленко</i>	
Оптимальне керування режимом пуску абсорбера у схемі уловлювання та поділу прямого коксового газу.....	22
<i>П.О. Зінькевич, С.М. Балюта, Ю.В. Куєвда</i>	
Алгоритм керування накопичувачем електроенергії в системі електрозабезпечення з активними споживачами.....	24
<i>П.О. Зінькевич, С.М. Балюта, Ю.В. Куєвда</i>	
Моделювання системи керування накопичувачем електроенергії в системі електрозабезпечення з активними споживачами.....	26
<i>І.А. Зубко, В.І. Харсун</i>	
Виявлення логічних помилок при розробці систем автоматизації виробничих ліній.....	28
<i>Р.В. Карпенко</i>	
Автоматизоване управління твердопаливним котлом з інтелектуальною підсистемою підтримки прийняття рішень.....	30
<i>О. Д. Суботіна, Б. А. Гавриш, М. В. Коржик</i>	
Керування процесом синтезу карбаміду з аміаку та вуглекислого газу.....	31
<i>Л. Р. Ладієва, О. В. Пилипон</i>	
Моделювання процесу конверсії метану.....	33
<i>В.П.Лисенко, Т.І.Лендел, І.А.Наконечний</i>	
Методологія побудови систем автоматизації складних біотехнічних об'єктів.....	35
<i>В.М. Лукашенко, Р.Г. Шаповал, Г.А. Лукашенко</i>	

Багатофункціональна модель комбінованого обчислюваного перетворювача на базі ViCMOS технології.....	37
<i>О. В. Мариненко</i>	
Автоматизована система управління технологічним процесом варіння суслу на пивзаводі з використанням методів нечіткої логіки.....	39
<i>О.М. Міркевич, О.М. Пупена</i>	
Система керування жомосушильним комплексом з підсистемою підтримки прийняття рішень.....	40
<i>О. В. Нечипоренко, В. В. Мульченко, Г. С. Шаповалова</i>	
Автоматизовані системи керування безпілотними транспортними засобами.....	42
<i>М.Д. Паровенко</i>	
Регулювання температури кип'ятіння суслу в сусловарильному апараті із зовнішнім нагрівачем.....	43
<i>Т.О Прокопенко, С.О. Видря</i>	
Формування показників обліку даних технологічних комплексів неперервного типу .....	45
<i>Т.О. Прокопенко, В.О.Руденко</i>	
Задачі стратегічного управління технологічними комплексами неперервного типу в умовах кризи.....	46
<i>Ярощук Л. Д., Садовничий Р.В.</i>	
Технічні засоби вимірювання показників якості гранульованих добрив для систем керування.....	47
<i>О.В. Ситніков</i>	
Адаптивне керування технологічним процесом виробництва скломаси.....	49
<i>В.М. Сідлецький</i>	
Проектування адаптивної системи керування промисловим роботехнічним комплексом для підприємства харчової промисловості.....	50
<i>Ю.В. Сікірда</i>	
Класифікація методів та моделей сумісного прийняття рішень операторами аеронавігаційної системи в особливих випадках в польоті .....	52
<i>Ю.В. Сікірда, В.Ф. Власенко, І.Г. Торохтій</i>	
Оптимізація стратегій сумісного прийняття рішень операторами аеронавігаційної системи в конфліктних ситуаціях методами теорії ігор.....	54
<i>Я.В. Смітюх, В.С. Мельник</i>	
Особливості і завдання автоматизації твердопаливних теплогенераторів.....	56
<i>Є. О. Тюріна, Л. Д. Ярощук</i>	
Особливості алгоритмічного забезпечення системи керування очищенням олив і мастил.....	57
<b>Секція 2. Інтелектуальні системи керування та аналізу даних.....58</b>	
<i>С.М. Балюта, Л.О. Копилова, Ю.В. Куєвда, В.Т. Романюк, М.С. Кондрашевський</i>	
Інтелектуальне керування електрозабезпеченням об'єкта з ФЕС та	

накопичувачем енергії і.....	59
<i>С.М. Балюта, Л.О. Копилова, Ю.В. Куєвда, В.Т. Романюк, М.С. Кондрашевський</i>	
Інтелектуальна система регулювання напруги в електротехнічних комплексах з ФЕС та накопичувачами енергії.....	60
<i>В.Д. Кишенько, І.В. Андріюк</i>	
Автоматизація корекції цілей в умовах кардинальних змінювань ситуацій в складних технологічних об'єктах керування .....	61
<i>В.Д. Кишенько, А.С. Горпинченко</i>	
Передумови синергетичного керування технологічним комплексом цукрового заводу.....	62
<i>Д.О. Крищенко, Д.В. Паньков</i>	
Онтологічний аспект інтелектуального синергетичного керування технологічними комплексами.....	63
<i>Н.М. Луцька</i>	
Проектування онтологічних моделей виробничих задач харчової промисловості.....	64
<i>М.С. Новак</i>	
Автоматизація процесу валідації методу визначення теплових показників вогнезахисних покривів сталевих конструкцій.....	66
<i>Ю.О. Самойленко, Ю.В. Костюк</i>	
Інтелектуальні виробничі системи на основі кіберфізичних виробничих послуг.....	68
<i>Є.Ю. Сенченко, Д.М. Складанний</i>	
Синтез нечіткого регулятора системи керування холодильником газу.....	69
<i>Я.В. Смітюх, І.В. Ельперін, Д.В. Паньков</i>	
Інтелектуалізація прийняття рішень при керування складними об'єктами.....	71
<i>Д.І. Тюляков</i>	
Алгоритм контролю температури та вібрації підшипників машинного агрегату з використанням нечіткої логіки.....	72
<i>І.С. Чернова, В.П. Лисенко</i>	
Онтолого-синергетичний підхід до управління виробництвом ентомофагів.....	74
<i>М. Нрата</i>	
The Use of Neural Network Controllers in the Process of Sugar Evaporation.....	76
<i>Є. В. Абрамов</i>	
Комбіновані програмні моделі прогнозування фінансових показників.....	78
<i>О. І. Безверхий, В. Є. Луц</i>	
Застосування нейронних мереж у підтримці осіб із обмеженими можливостями.....	80
<i>С. І. Ботвин</i>	
Автоматичне визначення сарказму на основі текстів із соціальної мережі Х..	81
<i>В. В. Гавриленко, І. О. Бедько</i>	
Застосування моделей мовленнєвого аналізу як основи інформаційної системи підтримки веб-сайту.....	82

<i>В. В. Гавриленко, А. О. Блиндарук</i> Моделювання руху з використанням інформаційних систем на основі штучного інтелекту.....	83
<i>В. В. Гавриленко, А. В. Огарков, Н. І. Ляшко, В. С. Ляшко</i> Технології розроблення прикладних інформаційних систем із використанням штучного інтелекту.....	85
<i>М. О. Демченко, О. В. Харкянен</i> Використання штучного інтелекту в діяльності маркетингового відділу ТОВ «Смілапродторг».....	86
<i>Д. С. Драгомерецький</i> Використання штучного інтелекту для підвищення стабільності CI/CD процесів при розробленні програмного забезпечення.....	87
<i>М. І. Дячук, О. В. Харкянен</i> Використання штучного інтелекту для генерування опису товарів ТОВ «АТЛ-Автосервіс».....	88
<i>О. В. Іващенко, С. С. Федін</i> Застосування самоорганізуючих карт для аналізу пасажирських попитів і моделювання патернів поведінки у транспортних системах.....	89
<i>Є. В. Івохін, О. П. Ковальчук, Л. Т. Аджубей, Г. В. Шелякін</i> Про один підхід до реалізації рекомендаційної системи на основі узагальненого методу колаборативної фільтрації.....	90
<i>Я. С. Калінін, О. В. Харкянен</i> Штучний інтелект як засіб оптимізації роботи контактних центрів обслуговування клієнтів.....	91
<i>О. О. Кіриченко</i> Проблеми та обмеження використання комп'ютерного зору для збирання даних у футболі.....	93
<i>К. С. Кличлієв</i> Автоматичне виявлення хибних друзів перекладача для української та польської мов.....	94
<i>О. С. Комісаренко, Г. Л. Баранов, Д. В. Булим, А. В. Качур, О. В. Цимбаліст</i> Інтелектуальні засоби забезпечення ефективності функціонування керованих техногенно-природних комплексів.....	96
<i>О. Ю. Кривець, О. В. Харкянен</i> Дослідження і використання моделей штучного інтелекту для запобігання природно-техногенним катастрофам.....	98
<i>М. С. Кулдошина, М. П. Костіков</i> Труднощі автоматизації процесу визначення іменниково-прикметникових словосполучень у текстах української мови.....	99
<i>М. С. Кулдошина, М. П. Костіков</i> Можливості застосування комп'ютерної лінгвістики у військовій справі.....	101
<i>І. І. Кучер</i> Модифікований алгоритм розпізнавання об'єктів на зображеннях.....	103
<i>О. С. Ларіонов, М. П. Костіков</i>	

Електронний засіб навчання японської мови: проектування системи автоматичної генерації мнемонічних технік для запам'ятовування ієрогліфів	104
<i>О. М. Літошко, О. П. Андріюк</i>	
Аналіз використання штучного інтелекту під час війни.....	106
<i>О. М. Літошко, О. П. Андріюк</i>	
Вивчення потенціалу штучного інтелекту в аналізі супутникових зображень	108
<i>О. А. Машков, Т. С. Оводенко, К. Є. Мухіна, В. І. Присяжний</i>	
Наукові проблеми створення та застосування штучного розумового інтелекту для забезпечення ефективного застосування рою безпілотних літальних апаратів у системі управління екологічною безпекою.....	110
<i>О. О. Нижник, С. В. Грибков</i>	
Дослідження та розроблення підсистеми інтелектуальної підтримки користувачів сайтів закладів освіти.....	112
<i>А. В. Огарков, Л. В. Харитонова, В. В. Поляков, К. В. Довженко</i>	
Використання ChatGPT для забезпечення індивідуальної освітньої траєкторії.....	113
<i>В. О. Остапенко, Ю. А. Гладка</i>	
Аналіз можливостей використання нейронних мереж у виявленні комп'ютерних атак.....	114
<i>С. В. Палій, М. О. Ямковенко, Б. В. Шевченко, А. Д. Матченко</i>	
Використання RNN та IoT-мережі смарт-годинників для прогнозування та попередження про медичні ситуації на полі бою.....	116
<i>В. О. Скиба, О. М. М'якишло</i>	
Можливості інформаційно-аналітичних систем для підтримки прийняття рішень.....	118
<i>Л. О. Терейковська, А. В. Дідус</i>	
Оцінювання ефективності засобів розпізнавання ключових слів.....	120
<i>І. А. Терейковський, О. С. Коровій</i>	
Проблематика оцінювання ефективності засобів розпізнавання емоційної тональності фрагментів тексту.....	121
<i>С. С. Федін, Н. А. Зубрецька, М. І. Нагорний</i>	
Інтелектуальна система гнучкого проектування та адаптивного керування технологічними процесами.....	122
<i>К. Ю. Чорнобай, О. Л. Сєдих</i>	
Розроблення інформаційної системи для розшуку загублених домашніх тварин із використанням штучного інтелекту.....	124
<b>Секція 3. Інтегроване автоматизоване керування організаційно-технічними системами.....</b>	<b>125</b>
<i>Гуца А.А., Дудка О.О.</i>	
Роль інтегрованих VRF-систем мультизонального кондиціонування для підприємств гостинності у контексті сучасних епідеміологічних вимог до якості повітря.....	126

<i>Л.В. Катреча</i>	
Інформаційна система автоматизації управління закладами охорони здоров'я.....	128
<i>В.П.Лисенко, Т.І.Лендєл, І.А.Наконечний</i>	
Особливості автоматизації складних біотехнічних об'єктів.....	129
<i>О.С. Омельченко, Н.М. Луцька</i>	
Автоматизована система керування спиртовим виробництвом з використанням моделей машинного навчання.....	131
<i>О.І. Підкуйко</i>	
Концепція створення інформаційної технології ситуаційного управління проектами на основі онтологій.....	132
<i>В.А. Прокопенко</i>	
Загальна концептуальна модель управління ризиками проектів на основі Scrum.....	133
<i>В.І. Сербан</i>	
Стандарти управління проектами для розгортання хмарної платформи координування студентської науково-дослідницької роботи.....	134
<i>Д.О.Стеценко, О.М.Зігунов, В.І.Заїка</i>	
Визначення прогнозованості складних об'єктів регулювання за допомогою показника Херста.....	136
<i>І.М. Тейсар, О.М. Клименко</i>	
Пульт керування «ГТС-Центр» .....	138
<i>О.І. Терейковський</i>	
Характеристика засобів автентифікації персоналу в інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури .....	140
<b>Секція 4. Використання технологій Індустрії 4.0 в системах управління.....</b>	<b>141</b>
<i>Р. В. Лісневський, І. Е. Хайдамус</i>	
Використання технологій Індустрії 4.0 у системах керування датчиками електроенергії.....	142
<i>О.В. Григорович, В.В. Полупан</i>	
Використання доповненої реальності для створення віртуальних навчальних лабораторних стендів.....	143
<i>О.М. Густера</i>	
Використання технологій машинного навчання в управлінні ризиком ....	145
<i>В.О. Коломієць, Я.В. Смітюх</i>	
Індустрія 4.0. в хімічній технології.....	146
<i>Р.М. Міркевич, О.М. Міркевич</i>	
Розвиток промислової робототехніки в контексті Індустрії 4.0.....	148
<i>Т. Neroda</i>	



Addon-visualizer structural components appreciation for functionality expanding of the network environment of experimental research.....	150
<i>О. В. Нечипоренко, М. С. Прудько, В. С. Сидоров</i>	
Енергоефективні методи передачі даних між IoT-пристроями в системі розумного будинку.....	152
<i>М.С.Романов</i>	
Використання мікросервісної архітектури в індустрії 4.0.....	154
<i>М.О Романов</i>	
Автоматизована система керування комплексом крафтового пивоваріння на базі цифрових двійників.....	155
<i>В.В. Сватко, А.П. Котляров</i>	
Інформаційна система прогнозування об'ємів генерації сонячної енергії.....	157
<i>Д. І. Сторожук</i>	
Аналіз механічних процесів для зберігання та утилізації відходів оперативної поліграфії .....	159
<i>Шевченко Р.В.</i>	
Автоматизована система керування виробництвом цукру з використанням концепції Digital Twins та методів машинного навчання.....	160
<b>Секція 5. Інформаційні системи керування у виробництві та освіті.....</b>	<b>162</b>
<i>L. Bai, K. Radchenko</i>	
Method for Cryptographic Information Protection in Health and Medical Care Field.....	163
<i>О. Derevenko, О. Kravchenko</i>	
Model for Improving the Efficiency of Information Systems for Energy Saving of Municipal Buildings Based on Expert Assessments.....	165
<i>V. Oderiieva, R. Lisnevskiyi</i>	
IoT-Based Patient Health Monitoring System in Medical Facilities.....	167
<i>I. Tereikovskiyi, A. Samofalov</i>	
Effectiveness Criteria that Could be Used During the Formation of Emotional Speech Databases.....	169
<i>В. М. Авраменко</i>	
Ефективні алгоритми збору, обробки та передачі даних у системах IoT.....	171
<i>Д. А. Аеров, С. В. Палій</i>	
Оптимальне розміщення давачів для фіксації наповненості приміщень.....	173
<i>В. Р. Богданов</i>	
Один підхід до розв'язування просторової задачі нестационарної взаємодії штампів з двошаровою основою.....	174
<i>О. О. Бондар, М. П. Костіков</i>	
Проектування електронного засобу навчання морфології німецької мови.....	175
<i>А. Ю. Вихрест, М. П. Костіков, С. В. Грибков</i>	
Удосконалення модуля аналізу статистичних даних для системи дистанційного навчання молодших школярів.....	176

<i>В. В. Гавриленко, Р. Р. Мрозакевич</i>	
Розроблення інформаційної системи розрахунку доцільності переведення комерційного автопарку на електромобілі.....	177
<i>В. В. Гавриленко, І. І. Пекневич</i>	
Методи досягнення високої доступності у хмарних обчисленнях.....	179
<i>С. В. Грибков, Н. В. Ліманська, М. В. Ліманський</i>	
Дослідження логістичних ризиків у діяльності хлібопекарних підприємств...	181
<i>Є. О. Зайцев, В. О. Березниченко</i>	
Використання технології інтернету речей у засобах контролю технічної справності енергетичного обладнання.....	182
<i>С. А. Закусило, Є. О. Зайцев</i>	
Використання технології LoRaWAN у системах інформаційного обміну засобів контролю та діагностування енергетичного обладнання.....	183
<i>Є. В. Івохін, В. О. Рець, В. В. Гавриленко, К. Є. Івохіна</i>	
Про підхід до розв'язання нечіткої двокритеріальної задачі комівояжера.....	184
<i>М. І. Карпенко, С. М. Чумаченко, А. О. Мошенський</i>	
Аналіз та розроблення онлайн-мапи для візуалізації геоданих інформаційної системи по виявленню небезпечних речовин.....	185
<i>В. О. Касяненко, О. М. М'якишло</i>	
Архітектурні та дизайн-патерни у програмному забезпеченні.....	187
<i>О. О. Кіриченко, М. П. Костіков</i>	
Принципові відмінності, переваги та недоліки в системах позиціонування UWB та GPS для використання у футболі.....	189
<i>В. В. Левченко, С. В. Сімченко</i>	
Моделювання поверхневих хвиль зсуву у структурі шарів на періодично-шаруватому півпросторі.....	191
<i>З. А. Левчук, О. П. Андріюк</i>	
Створення інформаційної системи для відділу логістики.....	193
<i>Р. В. Лісневський, В. О. Кіча</i>	
Розроблення та впровадження IoT-системи для моніторингу та керування параметрами вирощування польових культур у господарстві.....	194
<i>Я. В. Ляшенко, О. М. М'якишло</i>	
Дослідження аспектів точного землеробства щодо раціонального внесення добрив.....	195
<i>Я. В. Мазан</i>	
Спосіб проєктування високонавантажених систем для перевірки вхідних даних користувачів.....	197
<i>О. А. Машков, Т. С. Оводенко, К. Є. Мухіна, В. І. Присяжний</i>	
Системний підхід забезпечення функціональної стійкості екосистем під час надзвичайних ситуацій, які пов'язані з техногенними аваріями та катастрофами.....	199
<i>Т. Р. Мірзамухамедов</i>	
Дослідження та розроблення інформаційної системи підтримки управління продажами для фірми з розроблення та впровадження IT-рішень.....	201
<i>Д. С. Новак, М. Л. Сукало</i>	

Розроблення програмного забезпечення для кількісної оцінки популяції мікрowodорості <i>Chlorela vulgaris</i> .....	202
<i>І. В. Овчарук, Д. Л. Джус</i>	
Система «Контингент студентів ВНЗ» як система супроводу освітнього процесу.....	204
<i>В. М. Одерієва, Р. В. Лісневський</i>	
Система моніторингу здоров'я пацієнтів у медичних закладах за допомогою IoT.....	206
<i>В. П. Орехівська, С. В. Грибков, М. П. Костіков</i>	
Проектування інформаційної системи моніторингу викидів CO <sub>2</sub> при експлуатації вантажних автомобілів харчових підприємств.....	208
<i>В. В. Охріменко, М. П. Костіков</i>	
Дослідження та розроблення інформаційної системи збирання та опрацювання даних онлайн-магазину <i>zakaz.ua</i> .....	210
<i>В. В. Павленко, С. В. Грибков</i>	
Дослідження та розробка інформаційної системи підтримки управління замовленнями та доставки бутильованої води з використанням технології Microsoft MAUI.....	211
<i>В. М. Піцан, Я. М. Грановська, М. П. Костіков</i>	
Проектування електронного засобу навчання іспанської мови на основі української.....	212
<i>Є. І. Самборський</i>	
Розроблення моделі керування подіями безпеки комп'ютерних систем.....	213
<i>І. А. Терейковський, К. О. Радченко, Р. В. Козій</i>	
Засоби генерації таргетизованого веб-контенту.....	214
<i>І. А. Терейковський, К. О. Радченко, Я. Ю. Панфілов</i>	
Принципи моделювання динамічного освітлення в реальному часі.....	216
<i>К. М. Шимків, М. П. Костіков</i>	
Проектування чат-бота для вивчення морфології української мови.....	218
<i>Д. В. Шпаченко, О. Л. Седих</i>	
Огляд підходів для ефективного розроблення та впровадження інформаційної технології планування за концепцією «точно в строк» для харчових виробництв.....	220
<i>В. С. Щербак, С. В. Палій</i>	
Моніторинг хімічного забруднення водойм і його прогнозування засобами IoT.....	221
<i>Ю. С. Ющик, О. В. Харкянен</i>	
Дослідження та розроблення інформаційної системи підтримки та інформування про настання надзвичайних ситуацій техногенного походження.....	223

# 1 СЕКЦІЯ

## *АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ТА КОМПЛЕКСАМИ*

**Development of a technology for the management of waste biomass from agricultural production through methane fermentation and pellet production**

**PhD Kamil Witaszek**

*Department of Biosystems Engineering, Faculty of Environmental and Mechanical Engineering, Poznań University of Life Sciences, Wojska Polskiego 50 Street, 60 627 Poznań, Poland;*

**Assoc. Prof., Alla Dudnyk**

*Department of Automation and Robotic Systems, Educational and research institute of Energetics, Automatics and Energy saving, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 12 Heroyiv Oborony, 03041 Kyiv, Ukraine*

**Assoc. Prof., Volodymyr Reshetiuk**

*Department of Fundamentals of Engineering and Power Engineering, Institute of Mechanical Engineering, 11 Warsaw University of Life Sciences, Nowoursynowska 166, 02-787 Warsaw, Poland;*

The aim of the research task is to develop a technology for the management of waste biomass from agricultural production (tomato bales, straw, energy crops) through methane fermentation and pellet production (incineration).

The waste biomass will be extruded using a single-screw extruder. Methane digestion of extruded and non-extruded biomass will also be carried out, with daily measurements of biogas yield and composition. An energy balance of the extrusion and methane fermentation process will also be made.

The lignocellulosic biomass will also be pelletised using a pelletiser. Pellets will also be combusted in a calorimetric bomb to determine their calorific value and to draw up an energy balance of the process.

The control and monitoring system will be synthesis that will allow getting information about technological parameters of extrusion and methane fermentation process. Such a system will be created using modern methods of artificial intelligence (neural networks for prediction energy consumption) and Wavelet analysis of time series of temperature values and energy recourses optimization.

Also the monitoring and control will be equipped with modern controller and information subsystem (database). SCADA can be implemented based on developed technologies and control law.

The research will be funded by the Claas Stiftung.

**Автоматизований вибір компонентів систем машинного зору для автоматизованих систем керування на базі стандарту VDI 2632 Частина 2***Є.А. Бондаренко**Національний університет харчових технологій*

В останній час системи машинного зору стали невіддільною (частина/ознака) частиною сучасних АСУ ТП на виробництвах харчової промисловості та не тільки. Такі системи можна класифікувати як локальні АСУ, наприклад система контролю пакування готової продукції, чи система візуального моніторингу стану насосної станції в складу великої АСУ ТП. Вони можуть здатися доволі невеликими та простими за своїм функціоналом, але це тільки на перший погляд.

Правильний вибір технічного обладнання чи програмної частини даних систем, є доволі складною та кропіткою задачею. В цьому випадку для полегшення етапу проектування можна застосовувати методичні рекомендації, що описані в стандарті VDI/VDE/VDMA 2632 Асоціації інженерів та машинобудівників Німеччини.

Стандарт VDI/VDE/VDMA 2632 Частина 2 описує основні вимоги та особливості майбутньої системи машинного зору. Автори надають конкретні поради щодо збору потрібних вихідних даних, які можна використати для правильного вибору технічних та програмних компонентів системи. На основі даного стандарту створено опитувальний лист до проектування систем машинного зору, що є початковим етапом до створення автоматизованого алгоритму вибору компонентів таких систем. Він полегшить роботу інженерові та дасть більше розуміння замовнику, тобто розлогі та правильно сформовані питання зможуть дати більш точну характеристику особливостей системи машинного зору. Кожен пункт даного опитувального листа описує конкретну особливість, на яку треба звернути уваги при виборі обладнання та характеру функціонування системи (класифікація системи машинного зору, характеристика об'єкта аналізу (розмір, текстура і т.д.), в яких умовах буде працювати система, необхідність інтеграції з іншими системами на виробництві і т.д.).

Алгоритм автоматизованого вибору компонентів систем машинного зору, буде працювати на основі автоматизованої форми вводу даних, розробленої на базі опитувального листа. Далі за певним набором правил та бази даних компонентів, алгоритм буде давати рекомендації щодо вибору технічних та програмних засобів. Даний алгоритм зможе підвищити ефективність та швидкість розробки систем машинного зору. Інженеру буде простіше проектувати таку систему, оскільки ключовою точкою впровадження майбутньої системи є правильний підбір технічного обладнання. Замовнику буде простіше сформулювати правильну вихідну інформацію для проектування тому, що часто трапляється що замовник людина без технічної основи.

**Опитувальний лист для проєктування системи машинного зору**

Назва підприємства: \_\_\_\_\_

Галузь: \_\_\_\_\_

Вид діяльності: \_\_\_\_\_

1. Класифікація завдання для системи машинного зору (вимірювання та перевірка розмірів, визначення положення, ідентифікація та сортування, виявлення дефектів, зчитування штрих або QR кодів, перевірка наповненості, перевірка поверхні, розпізнавання форми і тд.):  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
2. Мета системи машинного зору (зниження витрат, економія часу, тестування технології, свій варіант):  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
3. Детальний опис задачі (опис об'єкта з яким буде взаємодіяти система машинного зору (продукт)):  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
4. Опишіть спосіб за допомогою якого зараз досягаються результати аналізу (до впровадження системи). Чи задовольняють вас дані результати?:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
5. Яка властивість системи є в пріоритеті? (точність розпізнавання, швидкість розпізнавання) Які властивості об'єкту є критичними, якими не можна знехтувати?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Рис.1 Приклад розробленого опитувального листа

## Література

1. inVISION, 2017. Clear Communication – Effective Image Processing to VDI 2632. [online] 1. Доступно: <<https://www.vision-control.com/en/press/publications/current/clear-communication-effective-image-processing-to-vdi-2632/>> [Дата звернення 7 Листопад 2023].

2. Christopher Banks, 2020. The role of Machine Vision in manufacturing. The Manufacturing Outlook [online] 1. Доступно: <<https://www.vision-systems.com/home/article/16739381/how-deep-learning-is-enhancing-machine-visionhttps://medium.com/technology-innovations-insights/the-role-of-machine-vision-in-manufacturing-97a0a0ad81df>> [Дата звернення 6 Листопад 2023].

3. AIA, EMVA, JIA, VDMA and CMVU, 2018. Guide to Understanding MV Standards. White Papper. [online] 1. Доступно: <<https://www.visiononline.org/vision-standards.cfm>> [Дата звернення 8 Листопад 2023].

4. VDI/VDE/VDMA 2632 Blatt 2. Guideline for the preparation of a requirement specification and a system specification. [діючий від 2015-10]. – German : VDI/VDE/VDMA, 2015. – 16 с.

## Автоматизоване керування мікрокліматом з людино-машинним інтерфейсом на базі одноплатних комп'ютерів

І.В. Величко, В.М. Сідлецький

Національний університет харчових технологій

За сучасними підходами системи керування мікрокліматом з людино-машинним інтерфейсом створюються у вигляді ієрархічних структур. На нижньому рівні розташована автоматизована система керування технологічним процесом, а на найвищому рівні — система керування бізнес-процесами. Ключовим аспектом є інтеграція даних в один інформаційний простір. У сучасних диспетчерських системах важливо враховувати присутність оператора для уникнення неправильного впливу на систему, що може спричинити відмову управління об'єктом і викликати неполадки в технологічному обладнанні та порушення умов безпеки. Оператор зазвичай несе загальну відповідальність за управління системою, долучаючись до процесу лише у разі критичних подій, які зазвичай обмежені за часом. Таким чином, актуальним завданням є прогнозування виникнення випадкових ситуацій, які вимагають втручання оператора [1].

В даній роботі пропонується реалізувати систему керування мікрокліматом приміщень громадського харчування з людино-машинним інтерфейсом з використанням одноплатних комп'ютерів. Приклад розробленого людино-машинного інтерфейсу на базі одноплатного комп'ютеру Raspberry Pi 3 зображено на рис 1.

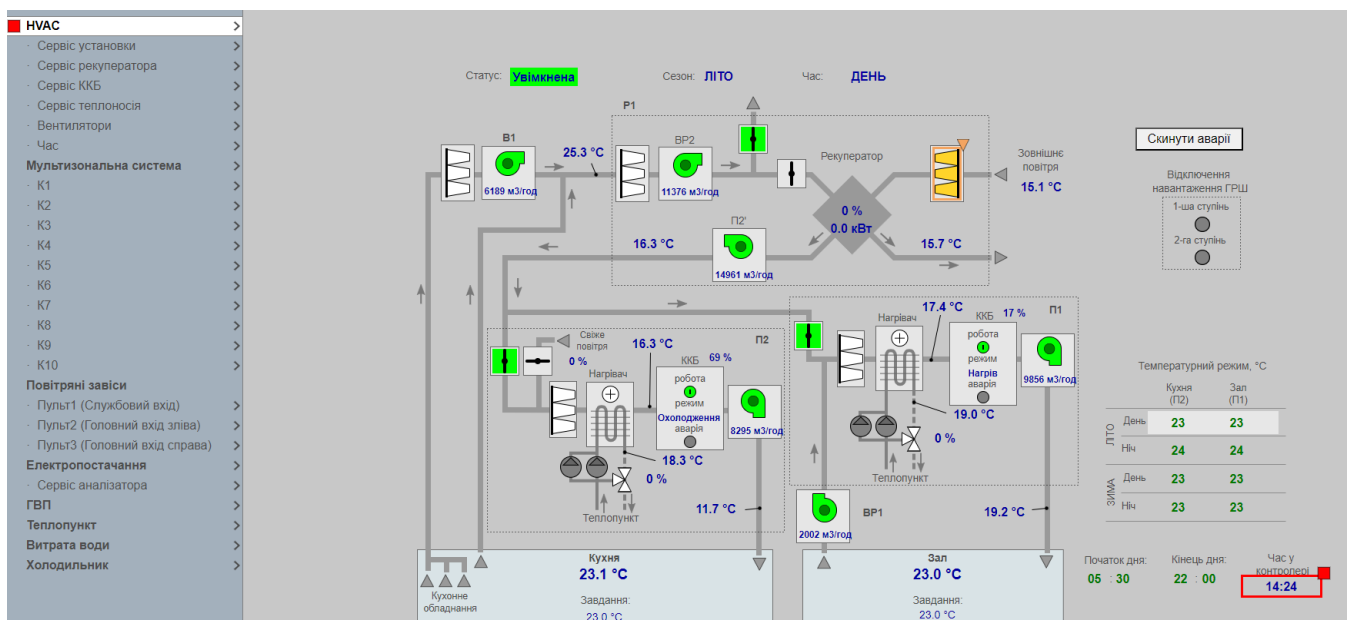


Рис. 1 Людино-машинний інтерфейс на базі одноплатного комп'ютеру

Одноплатні комп'ютери є компактними, економічно ефективними та універсальними, що робить їх придатними для широкого спектру застосувань. Порівнюючи одноплатні комп'ютери і готові рішення SCADA для контролю та моніторингу автоматизованих процесів, важливо враховувати їхні



характеристики, застосування та обмеження, тому основним завданням SCADA-систем в автоматизованому керуванні мікрокліматом є: керування процесом, моніторинг подій та аварій, збір даних, зв'язок інженерних служб. Приклад вікна аварій зображено на рис 2.

Історія: Усі аварії та події					
з 1 листопада по 1 грудня 2023		Аварії	Події	Експорт	Друк
Аварія	З'явилась	Підтверджена	Усунена	Коментар	
■ HVAC / П2: Низька температура приточного повітря	01-лис-2023 14:40:25	-	01-лис-2023 14:46:29		
■ HVAC / П2: Відсутність протікання повітря через електронагрівач	01-лис-2023 14:41:07	-	01-лис-2023 14:46:29		
■ HVAC / П2: Відсутність протікання повітря через електронагрівач	01-лис-2023 14:56:30	-	01-лис-2023 16:17:19		
■ HVAC / П2: Відсутність протікання повітря через електронагрівач	01-лис-2023 17:05:14	-	01-лис-2023 17:08:12		
■ Холодильник / Аварія морозильної установки	02-лис-2023 07:01:50	-	02-лис-2023 07:02:07		
■ Холодильник / Аварія морозильної установки	03-лис-2023 02:28:42	-	03-лис-2023 02:29:05		
■ Холодильник / Аварія морозильної установки	03-лис-2023 06:00:39	-	03-лис-2023 06:01:31		
■ HVAC / П2: Відсутність протікання повітря через електронагрівач	04-лис-2023 15:20:15	04-лис-2023 21:01:22 (engineer)	04-лис-2023 21:19:01		
■ Холодильник / Аварія холодильної установки	04-лис-2023 16:06:39	-	04-лис-2023 16:06:45		
■ HVAC / П1: Відсутність протікання повітря через електронагрівач	04-лис-2023 22:21:01	-	04-лис-2023 22:53:11		

Рис. 2 Вікно аварій

Підхід до управління технологічним процесом, зазвичай, відповідає загальній концепції інтелектуальної системи управління і включає ключові модулі: інформаційну базу (з можливістю включення бази знань), що має розширені механізми виведення, систему пояснення та інтерфейс людина-машина. Це обумовлено, головним чином, неможливістю розробки математичної залежності між "входом" і "виходом", тобто важко створити чітку, явно визначену математичну модель. У таких випадках часто застосовують моделі системи, де реальна система розбивається на низку досить малих (з функціональної точки зору) елементів або модулів. З метою інтеграції інформаційних технологій у системах управління використовується теорія ситуаційного управління. Після цього поведінка вихідної системи моделюється як поведінка цієї сукупності елементів, які взаємодіють певним чином (за допомогою встановлення відповідних взаємозв'язків між ними) для досягнення єдиної мети [2].

### Література

1. Сідлецький, В. М. Врахування не вимірювальних параметрів у автоматизованих системах підприємств харчової промисловості / В. М. Сідлецький, І. В. Ельперін // Автоматика-2016: Матеріали XXIII міжнародної конференції з автоматичного управління, 22–23 вересня 2016 р. – Суми : Сумський державний університет, 2016. – С. 54-55.
2. Сідлецький, В. М. Аналіз не вимірювальних параметрів на рівні розподіленого керування для автоматизованої системи, об'єктів і комплексів харчової промисловості / В. М. Сідлецький, І. В. Ельперін, В. В. Полупан // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2016. — Т. 22, № 3. — С. 7-15.

## Моделювання динамічного режиму розпилювальної сушарки у процесі виробництва подвійного гранульованого суперфосфату

**М.В. Герасімов**

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Розпилювальна сушарка є одним із основних апаратів в процесі виробництва подвійного гранульованого суперфосфату. Її задачею у процесі отримання цільового продукту є сушіння монокальційфосфату із забезпеченням необхідної вологості на виході.

Для здійснення процесу керування вологістю монокальційфосфату, необхідно створити тепловий баланс та розрахувати перехідну характеристику за каналом керування: «витрата топкових газів – вологість монокальційфосфату». Основною метою даного дослідження є виведення рівняння динаміки для сатуратора та розрахунок перехідної характеристики для каналу керування «витрата водяної пари - вихідна вологість монокальційфосфату» [1].

Вхідними параметрами до сушарки, які зображені на Рис. 1 є: витрата топкових газів, кг/с; витрата монокальційфосфату, кг/с; температура топкових газів, К; температура монокальційфосфату, К; вологість монокальційфосфату, %. Вихідними параметрами є: вологість сухого монокальційфосфату, %; витрата сухого монокальційфосфату, кг/с.

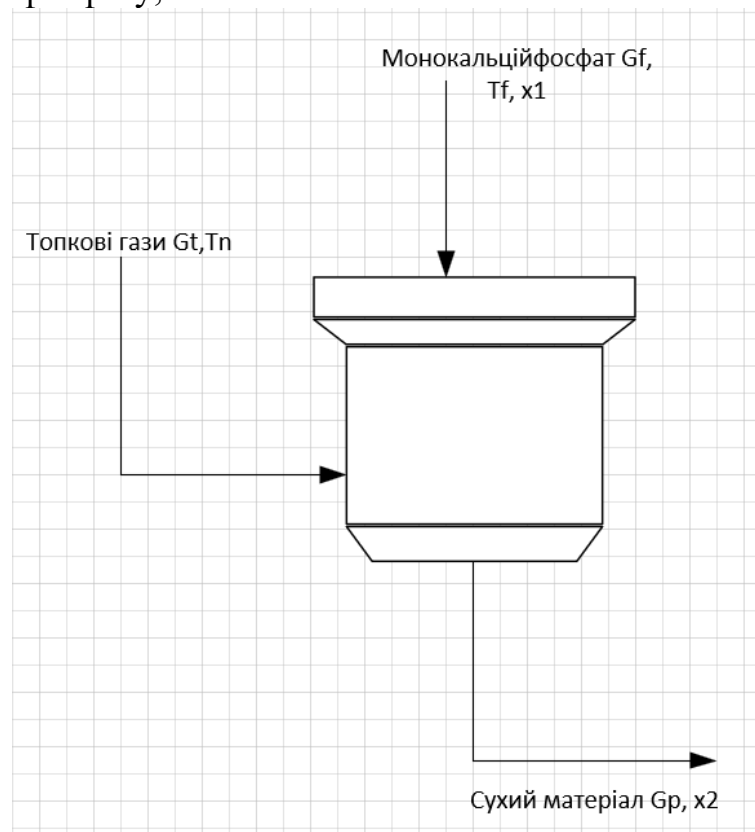


Рис. 1. Структурно-параметрична схема сушарки

Позначення:  $G_f$  – витрата монокальційфосфату;  $G_t$  – витрата топкових газів;  $G_p$  – витрата сухого монокальційфосфату;  $T_n$  – температура топкових газів;  $T_f$  – температура монокальційфосфату;  $x_1$  – вологість монокальційфосфату;  $x_2$  – вологість сухого монокальційфосфату.

Головний вхідний параметр системи – витрата топкових газів ( $G_t$ ), вихідний – вологість сухого монокальційфосфату ( $x_2$ ).

Складено математичну модель динаміки сушарки виходячи із параметричної схеми на рис. 1[2]:

$$G_{ex}x_1 - \left( G_{ex} + \frac{kF(t_n - t_p)}{c_{ex}t_{ex} - I} \right) x_2 = V\rho \frac{dx_2}{dt} (1)$$

Перехідна характеристика сушарки за каналом «витрата водяної пари - вихідна вологість монокальційфосфату» зображена на Рис. 2:

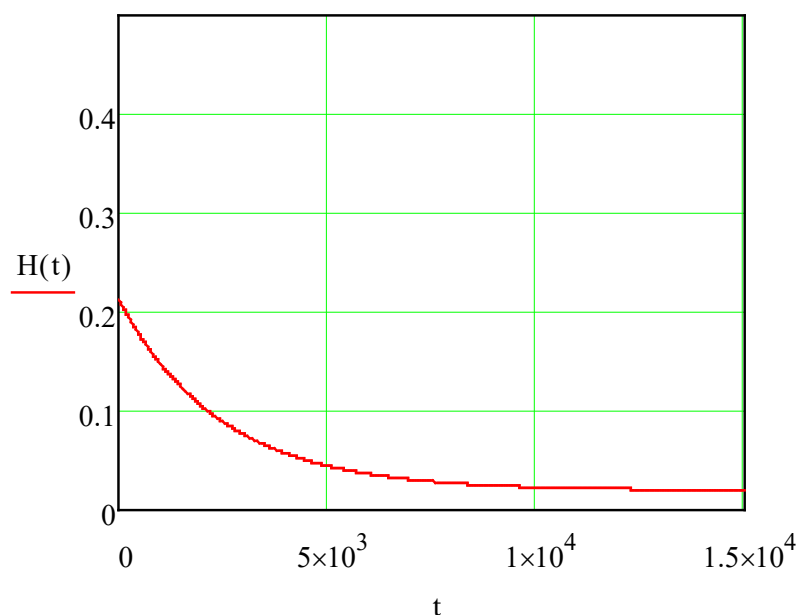


Рис. 2. Перехідна характеристика сушарки за каналом «витрата водяної пари - вихідна вологість монокальційфосфату»

В результаті проведених досліджень отримано математичну модель та перехідну характеристику за каналом керування «витрата водяної пари - вихідна вологість монокальційфосфату», що в подальшому будуть використані для синтезу системи керування вологістю монокальційфосфату в сушарці.

### Література

1. Лукінюк М.В., 2012. Контроль і керування хіміко-технологічними процесами: У 2 кн. Кн. 2. Керування хіміко-технологічними процесами [Текст]: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом: «Хімічна технологія та інженерія», НТУУ «КПІ», с.331-332.

2. Кубрак А.І., Жученко А.І., Кваско М.З., 2004. Комп'ютерне моделювання та ідентифікація автоматичних систем. Київ: ІВЦ — Видавництво «Політехніка», с.424.

## Сучасні тенденції при автоматизації вакуум-апаратів в цукровій промисловості

Ю.А. Гудзь

*Національний університет харчових технологій*

Більшість цукру, що виробляється сьогодні, отримують шляхом кристалізації в вакуум-апаратах періодичної дії, і його кількість дійсно вражаюча. Протягом сезону 2022/2023 у світі було вироблено 177,3 мільйона тон цукру [1]. Цілком очевидно, що ефективність кристалізації вирішально важлива в виробництві цукру.

Протягом більшої частини тривалої історії виробництва цукру керування різними процесами в цукровій галузі відбувалось вручну, включаючи кристалізацію. Перша хвиля автоматизації процесів в цукровій галузі розпочалась приблизно в середині минулого століття, коли з'явилося просте обладнання для керування, раніше недоступні датчики, але підходи до керування процесом кристалізації практично не змінились.

Сьогоднішні підходи до автоматизації процесу кристалізації викликають зростаюче невдоволення, не дивлячись на доступність на ринку сучасного обладнання для керування процесом. Ефективність існуючих систем все ще незадовільна. Дуже часто сучасне обладнання для керування процесом використовується в ручному режимі, лише замінивши старі самописці, кнопки, перемикачі, ручні регулюючі органи. А якщо і в автоматичному, то підходи є нічим іншим, як практикою минулих днів [2].

У зв'язку зі зміною технології кристалізації цукру, використанням вакуум-апаратів з циркуляторами, підвищенням вмісту сухих речовин в сиропі до 75% поставлені нові вимоги до систем автоматизації вакуум-апаратів [3].

Системи автоматизації нової технології базуються на контролі процесу з використанням мікрохвильових датчиків, за допомогою яких вимірюється вміст сухих речовин в сиропі/утфелі, і відповідними програмами. Вони дозволяють проводити контрольоване заведення кристалів, самий відповідальний етап процесу кристалізації, з подальшим ефективним уварюванням в вакуум-апаратах з циркулятором без утворення додаткових непотрібних кристалів, які будуть впливати на якість готового цукру.

### Література

1. World sugar production 2022/23 | Statista [онлайн], June 1, 2023. Statista. Режим доступу: <https://www.statista.com/statistics/249679/total-production-of-sugar-worldwide/>
2. Rozsa, L., Arriaza, G.M. and Romero, M.T. 2013 'Advanced control of crystallization based on the direct use of on-line data on supersaturation: Theory and Practice', Proceedings, S.I.T., 2013 Conference, Guangzhou, China
3. Досвід впровадження нової системи автоматизації вакуум-апаратів з циркуляторами / С. О. Зінчук, Л. В. Скобель, Р.С. Коротка, Д.В. Левчук, В. М. Олійник, А. Ф. Кравчук // Цукор України. - 2013. - № 5. - С. 25-29. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Cu\\_2013\\_5\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Cu_2013_5_6)

## Оптимальне керування режимом пуску абсорбера у схемі уловлювання та поділу прямого коксового газу

Л. Р. Ладієва, А. С. Даниленко

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Ефективність процесу уловлювання та поділу прямого коксового газу значною мірою залежить від оптимального керування режимом пуску абсорбера. Цей процес вимагає точного регулювання різних параметрів, що впливають на якість кінцевого продукту та енергетичну ефективність.

Абсорбер відповідає за ефективне видалення небажаних компонентів із коксового газу, що впливає на чистоту продукту і загальну продуктивність процесу.

Пуск абсорбера вимагає точного керування температурою, тиском, і хімічним складом. Основна задача полягає в виведенні абсорбера на заданий режим за мінімальний час.

Для оптимізації процесу розроблено математичну модель процесу абсорбції в детермінованому вигляді.

В результаті лінеаризації отримана математична модель абсорбера у просторі стану:

$$\frac{dYk}{dt} = a_{11}Yk + a_{12}Xk \quad (1)$$

$$\frac{dXk}{dt} = a_{21}Yk + a_{22}Xk + bL \quad (2)$$

де  $Yk$  - концентрація сирого бензолу, що поглинається, у газовій фазі,  $Xk$  - концентрація сирого бензолу у рідкій фазі, тобто у поглинаючому маслі,  $L$  - витрата поглинаючого масла, що циркулює через абсорбер.

Керування за мінімальним часом здійснюється за допомогою теореми про  $N$  інтервалів переключення. Формулюється критерій оптимальності та накладаються обмеження на керування, які враховуються у функції Гамільтона.

Запишемо критерій оптимальності:

$$I = 1/2S_{11}[Yk(t_f) - Yk^{3A}(t_f)]^2 + 1/2t_f^2 \quad (3)$$

Накладемо обмеження на керування  $F_p$ :

$$L_{min} \leq L \leq L_{max}$$

$$L_{max} - L \geq 0$$

$$L - L_{min} \geq 0$$

Звідси перепишемо критерій:

$$I = 1/2S_{11}[Yk(t_f) - Yk^{3A}]^2 + 1/2t_f^2 + 1/2 \int [Q(L_{max} - L)(L - L_{min})H(g_1g_2)] dt \quad (4)$$

Відповідно функція Гамільтона матиме вигляд:

$$H = Q(L_{max} - L)(L - L_{min})H(g_1g_2) + \lambda_1(a_{11}Yk + a_{12}Xk) + \lambda_2(a_{21}Yk + a_{22}Xk + bL) \quad (5)$$

Запишемо умови оптимальності:

$$\lambda'_1 = -\frac{\partial H}{\partial Yk} = -\lambda_1 a_{11} - \lambda_2 a_{21} \quad (6)$$

$$\lambda'_2 = -\frac{\partial H}{\partial Xk} = -\lambda_1 a_{12} - \lambda_2 a_{22} \quad (7)$$

Умови трансверсальності:

$$\lambda_1(t_f) = S_{11}[Yk(t_f) - Yk^{3д}] \quad (8)$$

$$\lambda_2(t_f) = 0 \quad (9)$$

$$\frac{\partial H}{\partial L} = -2QLH(g_1g_2) + QL_{\max}LH(g_1g_2) + QL_{\min}LH(g_1g_2) + \lambda_2b \quad (10)$$

Час переключення керування визначається за формулою:

$$\begin{aligned} \frac{\partial I}{\partial t_f} = 1 + S_{11}(Yk(t_f) - Yk^{3д})Yk'(t_f) + S_{22}(Xk(t_f) - Xk^{3д})Xk'(t_f) + \\ + Q(L_{\max} - L)(L - L_{\min})H(g_1g_2) = 0 \end{aligned} \quad (11)$$

Алгоритм оптимального керування полягає в тому, що витрати поглинаючого масла приймають нижню межу, і математична модель розраховується до того моменту, поки не виконається умова (11). Після переключення, керування приймає значення верхньої межі, і математична модель знову розраховується в прямому часі, поки не виконається умова (11).

Після проведення розрахунків знайдено, що час переключення повинен становити 67 секунд. Однак система не вийшла на заданий рівень після 90 секунд, що вимагало корекції розрахунків спряженої системи. Після корекції системи концентрація сирого бензолу в газовій фазі досягла рівня: 0.2%.

### Література

1. Жученко А. І., Ладієва Л. Р., Дубік Р. М. Динамічна оптимізація з використанням MATLAB та SIMULINK. –К.: НТУУ “КПІ”, 2010. – 209 с.
2. Л.Р.Ладієва. Оптимальне керування. : Метод. вказівки до виконання. курсових робіт для студентів спеціальності „Автоматизоване управління технологічними процесами”– К. : НТУУ ”КПІ“, 2012. – 58 с.
3. Ковалевський В. М. Методичні вказівки по виконанню розрахунково-графічної роботи курсу «Контроль та керування хіміко-технологічними процесами»/Уклад. В. М. Ковалевський // - К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 114 с.

## Алгоритм керування накопичувачем електроенергії в системі електрозабезпечення з активними споживачами

**П.О. Зінькевич, С.М. Балюта, Ю.В. Куєвда**  
*Національний університет харчових технологій*

Запропоновано алгоритм керування системою накопичення електроенергії (СНЕ), що ґрунтується на оцінці її енергетичного стану з використанням прогнозних значень потужності генерації та навантаження. Метою керування є ефективне використання енергії з активними споживачами та мінімізація споживання зовнішньої мережі.

На сьогоднішній день ефективна стратегія керування СНЕ повинна мати наступні переваги: Використання акумуляторних батарей (АБ) для оптимізації власного споживання: Допомогає обмежити пікове навантаження, що призводить до зменшення споживаної потужності при підключенні до мережі, забезпечуючи майже постійний рівень власного споживання; Використання АБ для обмеження пікового навантаження: Забезпечує додаткове власне споживання, що дозволяє економічно використовувати потужність та зберігати максимальний обсяг навантаження; АБ для обмеження пікового навантаження з обмеженим фотоелектричним виробництвом: Забезпечує обмеження пікового навантаження, при умові обмеженого виробництва фотоелектричної енергії; Ефективна експлуатація АБ з урахуванням терміну служби: Дозволяє оптимально використовувати АБ в залежності від їхнього стану заряду з точки зору терміну служби; Стратегія управління на основі прогнозів: Основана на прогнозах генерації фотоелектричної енергії та потужності навантаження, а також стану заряду АБ. Параметри керування станом заряду АБ можна налаштовувати через рівні проміжки часу або адаптивно з урахуванням поточного режиму споживання та генерації електроенергії.

Стратегія керування заряджанням акумуляторних батарей включає наступні режими: Надмірне заряджання (НЗ): Акумуляторна батарея заряджається, коли виробництво електроенергії від фотоелектричної системи ( $P_{pv}$ ) перевищує місцеве споживання ( $P_{нав}$ ); Локальне заряджання (ЛЗ): Акумуляторна батарея заряджається усією енергією, яку генерує фотоелектрична система, при умові, що потужність навантаження не перевищує максимально допустиму потужність, яку можна взяти з мережі ( $P_{мер\_max}$ ); Заряджання від мережі (ЗМ): Якщо акумуляторна батарея не заряджена повністю, вона заряджається від мережі з відповідною потужністю (або максимально можливою потужністю для заряджання АБ).

Для розряджання акумуляторних батарей розглядалися такі режими: Оптимізація власного споживання системи електропостачання (ОВС): Акумуляторна батарея розряджається, коли потужність навантаження перевищує потужність, яку генерує фотоелектрична система; Обмеження пікової потужності, споживаної з мережі (ОПП): Акумуляторна батарея розряджається,

коли різниця між потужністю навантаження та потужністю, яку генерує фотоелектрична система, перевищує максимально допустиму потужність, яку можна взяти з мережі ( $P_{мер\_max}$ ).

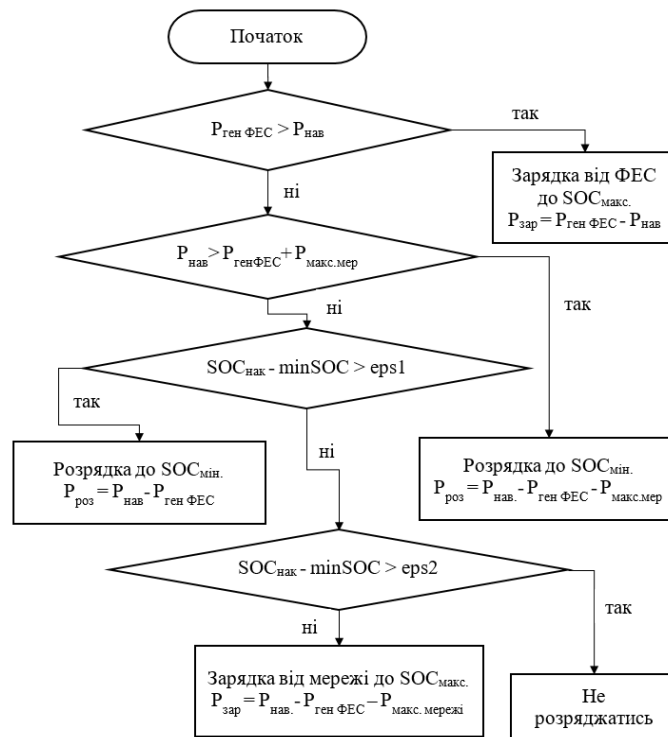


Рис. 1. Алгоритм системи керування ФЕС та системою накопичення

Опис алгоритму системи керування, що вирішує цю задачу: Прогнозовані дані розділяються на часові діапазони, де є прогнозоване надлишкове споживання від зовнішньої мережі, границя діапазону визначається переходом від мінімуму до максимуму за графіком прогновної сумарної потужності навантаження та генерації ФЕС без врахування накопичувача. В межах цих діапазонів відбувається перерозподіл енергії від ФЕС та зовнішньої мережі на погашення надлишкового споживання. За прогнозними значеннями навантаження та генерації ФЕС обчислюється графік мінімальної SOC для недопущення надлишкового споживання з зовнішньої мережі:

$$\min SOC_i(t) = \int_t^{t_i} (P_{надл.ген}(\tau) - kP_{надл.спож}(\tau)) dt, \quad (1)$$

де  $i = \overline{1, n}$  – номер діапазону з п.1,  $t_{i-1} \leq t \leq t_i$ ,  $P_{надл.ген}$ ,  $P_{надл.спож}$  – потужності надлишкової генерації ФЕС та надлишкового споживання із зовнішньої мережі понад встановленої граничної потужності відповідно,  $k$  – коефіцієнт запасу, пропорційний похибці прогнозування; В періоди надлишкової генерації ФЕС накопичувач заряджається тільки від ФЕС (режим «надлишкової зарядки»). В періоди, коли накопичувач заряджений і спостерігається надлишкова генерація ФЕС, система керування знижує надлишкову генерацію ФЕС; В періоди, коли немає надлишкової генерації ФЕС та SOC накопичувача менше значення на графіку мінімального SOC в даний момент часу, накопичувач заряджається від зовнішньої мережі (режим «зарядка від мережі»), в протилежному випадку накопичувач розряджається до значення мінімального SOC за графіком.



## Моделювання системи керування накопичувачем електроенергії в системі електрозабезпечення з активними споживачами

П.О. Зінкевич, С.М. Балюта, Ю.В. Куєвда

Національний університет харчових технологій

Проведено моделювання системи накопичення електроенергії (СНЕ), що ґрунтується на оцінці її енергетичного стану з використанням прогнозних значень потужності генерації та навантаження.

Для моделювання системи керування системи електрозабезпечення із фотоелектричною станцією (ФЕС) та накопичувачем енергії на прикладі заводу з виробництва напоїв використовувалися тривалість трьох діб з годинним прогнозом під час хмарних та сонячних днів у літній та зимовий періоди. Моделювання включало аспекти початкового етапу експлуатації накопичувача та періоду після досягнення його ємності 80% від початкової. Параметри та вхідні дані моделі: прогнозні значення потужності навантаження та генерації ФЕС із зазначеним інтервалом не менше, ніж на добу; реальні значення потужності навантаження та генерації ФЕС з таким же інтервалом вимірювання; максимально допустима потужність зовнішньої мережі,  $MaxPow$ , кВт; параметри накопичувача: максимальна потужність зарядки та розрядки,  $RatedPower$ , кВт; ємність  $RatedCapacity$ , кВт\*г; границі SOC, %; початковий рівень SOC, %; ККД, %; початковий рівень активної та реактивної потужностей накопичувача.

Результати моделювання використовуються для підбору оптимальної ємності накопичувача. Для оцінки розміру накопичувача було проведено моделювання літній період з завищеною ємністю (14 МВт\*г), охоплюючи хмарні та сонячні дні.

Модель системи керування СЕП із ФЕС та накопичувачем електроенергії була реалізована у MATLAB Simulink, а її моделювання запускається за допомогою програмного коду. Верхній рівень моделі зображений на рис. 1.

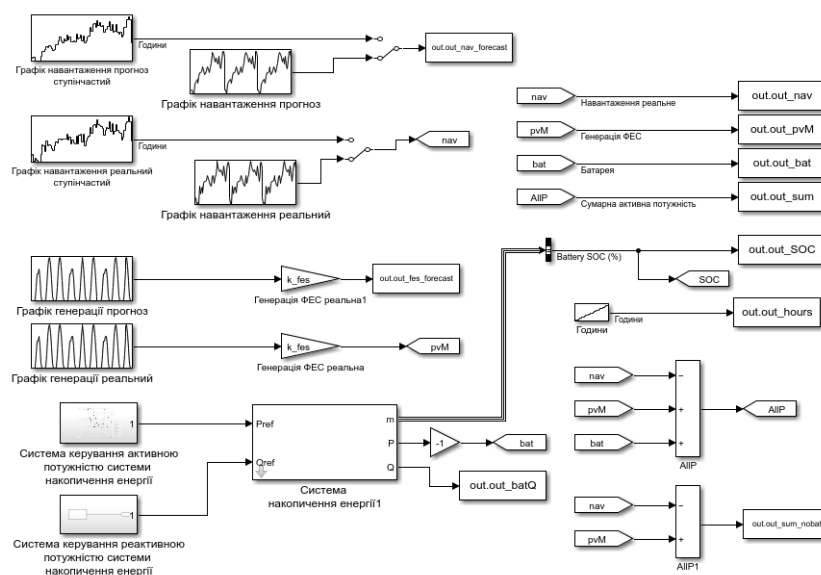


Рис. 1. Верхній рівень моделі системи керування

Модель включає три підсистеми: «Система накопичення енергії», «Система керування активною потужністю системи накопичення енергії», і «Система керування реактивною потужністю системи накопичення енергії» (додана для майбутнього дослідження, в даному випадку не використовується). "Система накопичення енергії" ґрунтується на моделі, розробленій Jonathan LeSage (<https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/67060-systems-level-microgrid-simulation-from-simple-one-line-diagram>) [1].

Система керування активною потужністю системи накопичення енергії зображена на рис. 2.

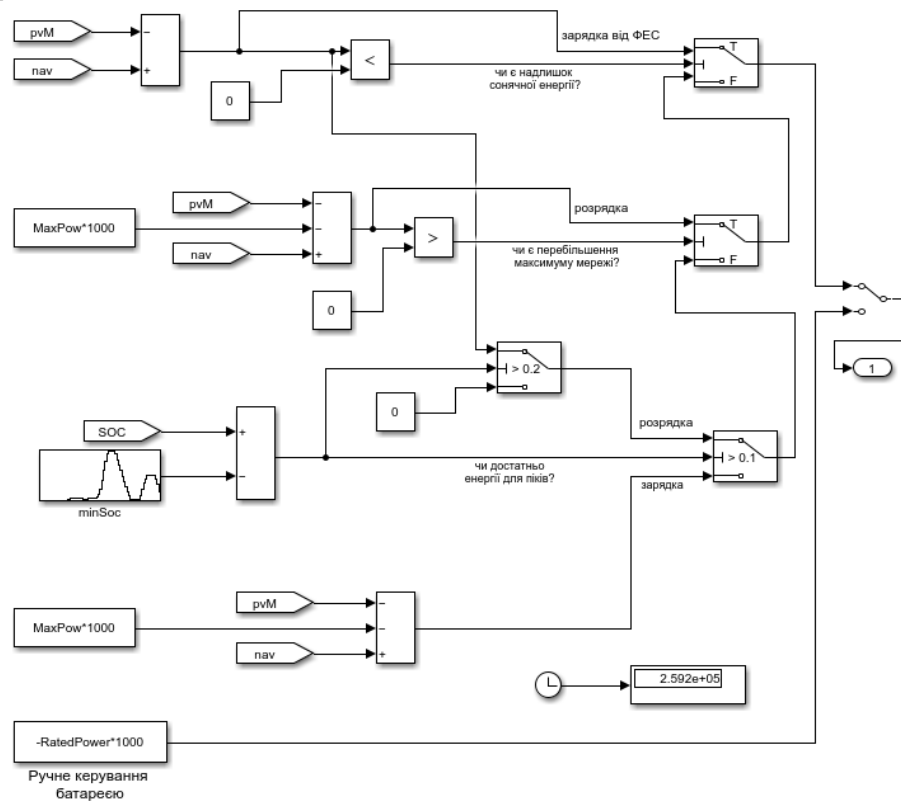


Рис. 2. Система керування активною потужністю системи накопичення енергії

Результати моделювання показують, що максимальний рівень заряду накопичувача для літнього періоду становить 60%. Отже, з урахуванням передбаченого старіння накопичувача до 80% від його початкової ємності, можна залишити його об'єм на рівні 83.33% від початкового (11,7 МВт\*г). Якщо зменшити об'єм накопичувача нижче оптимального, отримаємо сценарій, де виникають періоди надлишкової генерації від ФЕС і періоди перевищення ліміту споживання зовнішньої мережі. Взимку, коли генерація від ФЕС зменшується, накопичувач працює в режимі усунення надмірного споживання електроенергії зовнішньої мережі.

## Література

1. Jonathan LeSage (2023). Systems-Level Microgrid Simulation from Simple One-Line Diagram (<https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/67060-systems-level-microgrid-simulation-from-simple-one-line-diagram>), MATLAB Central File Exchange.

## Виявлення логічних помилок при розробці систем автоматизації виробничих ліній

**І.А. Зубко, В.І. Харсун**

*Черкаський державний технологічний університет*

Розвиток функціонально-орієнтованих систем, якими є також системи автоматизації виробничих ліній, полягає в удосконаленні алгоритмів та розширенні функціональних можливостей, що веде за собою їх постійне ускладнення.

На відміну від відлагоджування програмних компонентів, дефекти в мікрокоді інтегральних схем, у більшості випадків не можуть бути усунені. Коректність схеми забезпечується на етапі розробки, для чого доцільно застосовувати різноманітні засоби функціональної верифікації, для забезпечення функціональної надійності [1-5].

Основною задачею при перевірці працездатності на етапі проектування є виявлення та виправлення логічних помилок на схемі. Для цього застосовують комплекс заходів, спрямований на забезпечення коректності кожного компонента моделі системи, що розробляється [6, 7].

Головною складністю при пошуку помилки на логічній схемі є виявлення місця де відбувається безпосередній збій алгоритму, який веде за собою подальший лавиноподібний збій. В результаті такого збою на виході схеми з'являються не коректні результати, при тому що сама схема працює правильно на більшості етапів.

Метою даної роботи є розробка алгоритму виявлення логічних помилок компонентів систем автоматизації виробничих ліній. Що забезпечить скорочення часу та економію ресурсів в процесі перевірки працездатності апаратурної реалізації таких компонентів при їх проектуванні.

Для досягнення поставленої мети необхідно розробити узагальнений алгоритм виявлення логічних помилок в схемах компонентів систем автоматизації.

В якості основи для такого алгоритму пропонується наступна послідовність дій:

1. Побудова логічної схеми відповідно до обраного алгоритму.

Схему доцільно будувати в середовищах, що дозволяють проводити моделювання і контроль проміжних станів.

2. Умовне розбиття схеми на блоки.

Розбиття потрібно проводити таким чином, щоб мати можливість порівнювати вхідні, вихідні та проміжні стани схеми одночасно в певний момент часу, тобто відповідно до певного синхронізуючого сигналу.

3. Визначення списку вхідних і відповідних вихідних сигналів для кожного блоку.

Дані списки можна оформлювати у будь-який зручний спосіб, це можуть бути таблиці істинності, бази даних, файли з відповідними наборами кодів тощо.

4. Встановлення функціональних міток.

Мітки встановлюються на виходах кожного блоку і з них відбувається зчитування відповідних проміжних і результируючих сигналів.

#### 5. Тестування логічної схеми.

Тестування потрібно проводити для максимально можливої кількості вхідних комбінацій, це дозволить виявити всі можливі варіанти помилок.

#### 6. Аналіз та інтерпретація результатів тестування.

На даному кроці відбувається порівняння вхідних, вихідних і проміжних даних при кожному тактовому імпульсі з еталонними даними визначеними на кроці 3, відхилення даних від еталону точно ідентифікує блок де виникає помилка, це дозволяє провести аналіз помилки і будови блоку, визначити чи потрібне виправлення схеми блоку і подальше тестування схеми. Аналіз можна реалізувати як в ручному так і в автоматичному режимах.

Дана послідовність дій дозволяє визначити, на якому етапі відбувається збій алгоритму і значно скоротити час на визначення і безпосереднє виправлення помилки. Крім того таким чином можна виявити не лише помилки, що виникають на виході, але і нестабільні помилки, що проявляються за певних обставин або накопичуються через зворотні зв'язки всередині схеми.

### Література

1. Лукашенко, В. М., Уткіна, Т. Ю., Лукашенко, А. Г. та ін., 2012. Удосконалення спеціалізованого гібридного багатофункціонального сопроцесора. Вісник Сумського державного університету, 1, С. 138–144.
2. Азаров, О. Д., Решетнік, О. О. та Гарнага, В. А., 2012. Високопродуктивні АЦП із ваговою надлишковістю зі змінними тривалостями тактів порозрядного кодування : монографія. Вінниця : ВНТУ.
3. Макаров, В. В., Жабина, В. В., 2009. Совмещение ввода и обработки операндов при вычислении некоторых функций. Комп'ютерні системи та компоненти. Науковий вісник Чернівецького університету, Вип. 446, С. 6–10.
4. Ruban, I., Kuchuk, H., Kovalenko, A., 2017 Redistribution of base stations load in mobile communication networks. Innovative technologies and scientific solutions for industries, No 1 (1), P. 75-81. DOI : <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2017.1.075>
5. Яковлев, Ю. С., Елисеєва, Е. В., 2014. Применение ПЛИС для создания высокопроизводительных вычислительных систем и их компонентов. Математичні машини і системи, № 1., С. 22–35.
6. Зубко, І. А., Лукашенко, В. М., Рудаков, К. С. та ін., 2018. Фізична науково-дослідна модель верифікації спеціалізованого багатофункціонального обчислювача на базі єдиного шифратора. «Найновітє научні постиження – 2018» : матеріали XVI Межд. научна практична конференция : (15-22 март 2018 г., София, Болгария). София : «Бял ГРАД-БГ ООД»,. Vol. 4., С. 16–22.
7. Зубко, І. А., 2018. Алгоритм перевірки працездатності компонента функціонально-орієнтованої системи спеціального призначення. Управління в складних системах, Системи управління, навігації та зв'язку, випуск 6(52), С. 44–47. doi: 10.26906/SUNZ.2018.6.044

## **Автоматизоване управління твердопаливним котлом з інтелектуальною підсистемою підтримки прийняття рішень**

**Р.В. Карпенко**

*Національний університет харчових технологій*

**Вступ.** Дана тема присвячена питанням покращення показників енергоефективності та забезпечення необхідної швидкодії протікання процесів в твердопаливних котлах. Такі об'єкти характеризуються великою інерційністю процесу згорання палива, в порівнянні з традиційними котлами – газовими та мазутними. Спалювання альтернативних видів палива вимагає додаткового механічного впливу на поверхнях нагріву твердопаливного котла, так як на них виникає наліт, що погіршує передачу тепла від топки до водотрубного контуру, а при надмірному й тривалому шлакуванні – перегрів окремих його ділянок і як наслідок розрив труби.

**Матеріали та методи.** По способу видалення сажі з поверхонь нагріву котла, існує кілька способів, таких як: хімічний, дробоочистка, пароочистка, пневмоочистка та віброочистка. Дослідження базуються на розроблених алгоритмах та правильному підборі необхідних налаштувань системи автоматизації твердопаливного котла. Налаштування мають змогу адаптуватися в залежності від зміни параметрів палива та вимог споживача пари.

**Результати.** На основі аналізу специфіки роботи твердопаливних котлів, було визначено, що сучасні системи автоматизації технологічних процесів володіють різноманітною інформацією, що може бути використана підсистемою підтримки прийняття рішень з метою підвищення стійкості основних показників ефективності виробництва пари та обладнання котлоагрегату в цілому, під час інерційних перехідних процесів, в залежності від спалюємого типу твердого палива (тріска деревини, пелета лушпиння соняшника, гранульований жом, кам'яне вугілля, ін.) та його поточних характеристик.

Як показали дослідження, найбільш ефективним і практичним з точки зору експлуатації методом є парове очищення поверхонь нагріву, оскільки пара може забиратися безпосередньо з колектора пароперегрівача котла і подаватися під високим тиском, тож не потрібно попередньо готувати очисний агент, таким чином поверхні нагріву очищаються досить ефективно, на відміну від інших методів, деякі з яких можуть навіть нанести шкоду трубній системі котла.

**Висновки.** Підсистема підтримки прийняття управлінських рішень для твердопаливного котла допомагає визначати загальну степінь забруднення поверхонь нагріву, а отже, періодичність та інтенсивність їх автоматичної сажоочистки, попереджуючи тим самим шлакування котла, від чого також залежить ККД котла та його строк безаварійної роботи.

### **Література**

1. О.Л. Глуценко. 2019. Конспект лекцій з дисципліни “Котельні установки промислових підприємств” — 91-94 с. — Кам'янське.

## Керування процесом синтезу карбаміду з аміаку та вуглекислого газу

О. Д. Суботіна, Б. А. Гавриш, М. В. Коржик

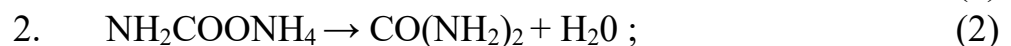
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Карбамід (діамід вугільної кислоти) це сполука, що широко застосовується у сільському господарстві (азотні добрива, кормові добавки), хімічній (смоли, штучні волокна, клеїв) та фармацевтичній промисловості тощо. Щорічні обсяги синтезу карабаміду постійно зростають і оптимізація його виробництва є актуальною науковою та практичною задачею.

Карбамід утворюється з вуглекислого газу і газоподібного аміаку прямим синтезом під дією високого тиску та температури. Для підтримки процесу на максимальній швидкості із задовільним ступенем конверсії необхідно модернізувати існуючу систему керування температурою реактора, що передбачає розробку математичної моделі процесу [1, 2].

Синтез карбаміду проходить за наступними реакціями:



У реакції 1. з вихідних продуктів утворюється карбамат. У реакції 2. карбамат амонію розкладається на карбамід та воду. В реакції 3. карбамід розкладається на біурет та аміак. Реакція 1. екзотермічна, 2. та 3. – ендотермічні, причому в загальному результаті перебіг цих реакцій відбувається з надлишком тепла.

Математична модель синтезу карбаміду

Якщо припустити, що хімічні реакції виключно прямі, то рівняння зміни концентрації продуктів у реакціях можна представити у вигляді:

$$2\text{A} + \text{D} \rightarrow \text{C}; \quad -\frac{dC_{\text{D}}}{dt} = -2\frac{dC_{\text{A}}}{dt} = \frac{dC_{\text{C}}}{dt} = k_1 C_{\text{A}}^2 C_{\text{D}}; \quad (4)$$

$$\text{C} \rightarrow \text{U} + \text{W}; \quad -\frac{dC_{\text{C}}}{dt} = \frac{dC_{\text{U}}}{dt} = \frac{dC_{\text{W}}}{dt} = k_2 C_{\text{C}}; \quad (5)$$

$$2\text{U} \rightarrow \text{B} + \text{A}; \quad -\frac{dC_{\text{U}}}{dt} = \frac{dC_{\text{A}}}{dt} = \frac{dC_{\text{B}}}{dt} = k_3 C_{\text{U}}^2, \quad (6)$$

де  $C$  – концентрації реагуючих речовин, індекси А (аміак  $2\text{NH}_3$ ), В (біурет  $\text{NH}_2\text{CONHCONH}_2$ ), С (карбамат амонію  $\text{NH}_2\text{COONH}_4$ ), D (оксиду вуглецю  $\text{CO}_2$ ), U (власне карбамід  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ), W (вода  $\text{H}_2\text{O}$ ) відносяться до відповідних продуктів.

Значення коефіцієнтів швидкості  $k_i$  представлених реакцій обчислено за рівнянням Ареніуса відповідно до [3, 4]:

$$k_1 = 97682 \cdot e^{\frac{-7553.76}{T}}; \quad (7)$$

$$\ln k_2 = -\frac{9487}{T} + 18.1; \quad (8)$$

$$k_3 = 35040 \cdot e^{\frac{-9624.72}{T}}, \quad (9)$$

де  $T$  – абсолютна температура, К, а енергія активації та фактор частоти отримані емпіричним шляхом.

Прийнявши, що витрати речовин  $v$  та об'єм реактора  $V$  сталі, отримаємо:

$$\frac{dC_A}{dt} = \frac{v}{V}(C_A^{\text{in}} - C_A) - 2k_1 C_A^2 C_D + k_3 C_U^2; \quad (10)$$

$$\frac{dC_B}{dt} = \frac{v}{V}(C_B^{\text{in}} - C_B) + k_3 C_U^2; \quad (11)$$

$$\frac{dC_C}{dt} = \frac{v}{V}(C_C^{\text{in}} - C_C) + k_1 C_A^2 \cdot C_D - k_2 C_C; \quad (12)$$

$$\frac{dC_D}{dt} = \frac{v}{V}(C_D^{\text{in}} - C_D) + k_1 \cdot C_A^2 C_D; \quad (13)$$

$$\frac{dC_U}{dt} = \frac{v}{V}(C_U^{\text{in}} - C_U) + k_2 C_C - 2k_3 C_U^2; \quad (14)$$

$$\frac{dC_W}{dt} = \frac{v}{V}(C_W^{\text{in}} - C_W) + k_2 C_C, \quad (15)$$

де  $\text{in}$  – індекс, що стосується початкового значення концентрації  $C$ .

Отримана система диференціальних рівнянь (10–15) описує динаміку концентрацій речовин, що беруть участь в хімічних перетвореннях у реакторі синтезу карбаміду при температурі  $T$ .

Для визначення початкових умов процесу прийнято, що рідинна фаза має наступний склад:  $\text{NH}_3/\text{CO}_2 = 3$  та  $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2 = 0.6$ .

Модель дозволяє визначити температуру процесу за наявності експериментальних даних про вплив температури на ступінь конверсії карбамату амонію у карбамід. Модель може бути використана при модернізації системи керування процесом синтезу карбаміду, якщо буде доповнена залежністю, що пов'язує температуру та тиск у реакторі.

### Література

1. Rommel Ortiz Guzmán, Antonio Bueno Lazo. 2022. Simulation of a reactor considering the Stamicarbon, Snamprogetti, and Toyo patents for obtaining urea. Open Chemistry. Доступно: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/chem-2022-0157/html>
2. Mohd Rumman Ali, Anjana P.A. 2019. Process simulation of high pressure urea production from Carbon Dioxide and Ammonia. International Research Journal of Engineering and Technology, Vol. 6, Issue 4, p. 381–386.
3. Zolotajkin M. 1986. Kinetic equation of the urea-synthesis process. Chemia Stosowana, Vol. 30, Issue 1, p. 85–99.
4. Saima A.R. 2011. Revamping Urea Synthesis Reactor using Aspen Plus. – Agritech Limited, . – 15 p. Доступно: <https://ureaknowhow.com/category/library/technical-papers/>

## Моделювання процесу конверсії метану

Л. Р. Ладієва, О. В. Пилипон

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

В природних газах міститься до 98% метану. Процес переробки їх на водень полягає в отриманні водню з метану із використанням пари та кисню. Нині конверсія метану і його гомологів є основним промисловим методом отримання водню і технологічних газів для синтезу аміаку, спиртів, моторного палива та інших продуктів.

Математичну модель будемо отримувати на підставі матеріального балансу.

Складемо рівняння матеріального балансу:

$$Q_1 = GC(x, t) \quad (1)$$

Кількість  $\text{CH}_4$ , що надходить у шар  $h_i$ :

$$Q_2 = G \left[ C(x, t) + \frac{\partial G(x, t)}{\partial x} dx \right] \quad (2)$$

Кількість  $\text{CH}_4$ , що йде з шару  $h_i$ :

$$Q_3 = F \cdot 0.5 dx \rho_r \cdot A e^{K/Tr} C(x, t) \quad (3)$$

Кількість  $\text{CH}_4$ , яка перетворюється в процесі реакції, де  $F$ -площа поперечного перерізу;  $0.5Fdx$  - обсяг, зайнятий газом у шарі;

За даними технічної характеристики конвертора метану, об'єм каталізатора займає 0,48% внутрішнього обсягу. Прийmemo коефіцієнт 0,5. Тому обсяг, зайнятий газом =  $0.5Fdx \text{ м}^3$

Матеріальний баланс:

$$Q_1 - Q_2 - Q_3 = 0 \quad (4)$$

Рівняння матеріального балансу має вигляд:

$$GC(x, t) - G \left[ C(x, t) + \frac{\partial C(x, t)}{\partial x} dx \right] - 0.5 \cdot F dx \cdot \rho_r \cdot A e^{K/Tr} C(x, t) = 0 \quad (5)$$

Рівняння статки:

$$G \frac{\partial C(x, t)}{\partial x} dx + 0.5 F dx \cdot \rho_r \cdot A e^{-\frac{E}{R \cdot Tr}} C(x, t) = 0 \quad (6)$$

де  $E$  – енергія активації, Дж/моль;  $R$  – універсальна газова постійна, 8,314 Дж/моль·К.



Значення енергії активації реакції можна визначити, вимірявши константи швидкості цієї реакції при двох різних температурах по рівнянню:

$$E = \frac{2,3RT_1T_2}{(T_2 - T_1) \log \frac{k_1}{k_2}}$$

Для отримання моделі динаміки внесемо в отриману модель статички акумуляцію по часу:

$$Qa = 0.5Fdx\rho_r \frac{\partial C(x,t)}{\partial t} \quad (7)$$

В такому випадку рівняння матиме вигляд:

$$GC(x,t) - G \left( C(x,t) + \frac{\partial C(x,t)}{\partial t} dx \right) - 0.5Fdx\rho_r W = 0.5Fdx \cdot \rho_r \frac{\partial C(x,t)}{\partial t} \quad (8)$$

Для числового розрахунку представимо рівняння в дискретній формі:

$$\begin{aligned} \frac{C_{s,v+1} - C_{s,v}}{\tau} &= -\frac{G}{a_2} \frac{C_{s,v} - C_{s-1,v}}{h} - \frac{a_1}{a_2} C_{s,v}; \\ C_{s,v+1} &= -\frac{G \cdot \tau}{a_2 \cdot h} (C_{s,v} - C_{s-1,v}) - \frac{a_1 \cdot \tau}{a_2} C_{s,v} + C_{s,v}; \\ C_{s,v+1} &= \left( 1 - \frac{G \cdot \tau}{a_2 \cdot h} - \frac{a_1 \cdot \tau}{a_2} \right) C_{s,v} + \frac{G \cdot \tau}{a_2 \cdot h} C_{s-1,v}; \end{aligned} \quad (9)$$

Останні вирази є математичною моделлю конвертора метану, розв'язаною за допомогою методу скінченних різниць.

Для побудови перехідного процесу задамо початкову і граничну умову.

Початковий розподіл отримано на підставі рівняння статички.

Отримано перехідну характеристику по каналу концентрації на виході з конвертора від подачі кисню.

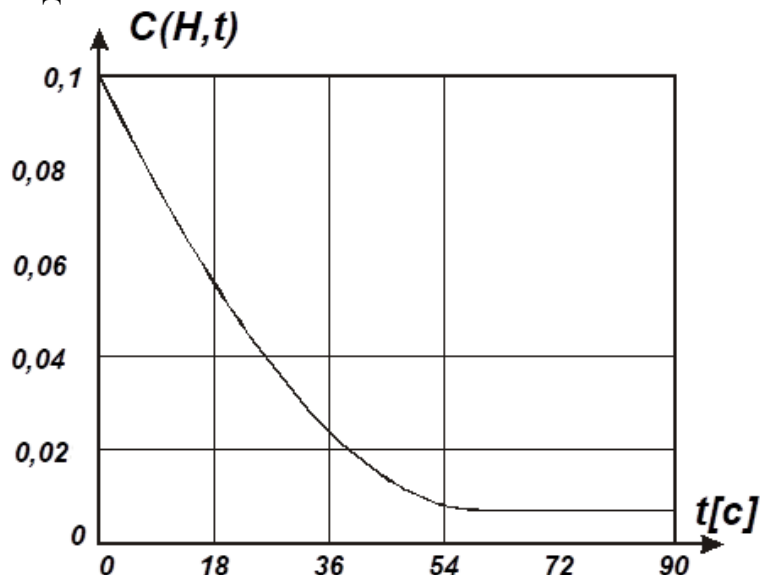


Рис. 1. Перехідна характеристика за каналом концентрації на виході з конвертора від подачі кисню

## Методологія побудови систем автоматизації складних біотехнічних об'єктів

В.П.Лисенко, Т.І.Лендел, І.А.Наконечний

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Аграрний сектор економіки України насичений високотехнологічними підприємствами, де на обмежених площах здійснюється виробництво рослинної і тваринної продукції та її переробка. До таких підприємств слід віднести сучасні птахофабрики, тепличні комбінати, елеватори, цукрові й молочні заводи, підприємства для виробництва біогазу тощо.

Особливістю таких підприємств є наявність біологічної складової, котра формує специфічні вимоги до якості систем автоматизації такими об'єктами. Окрім того, як показали наші дослідження, такі об'єкти функціонують в умовах невизначеності, що пояснюється наявними природними збуреннями (змінюються за випадковим законом) та неповнотою інформації про стани біологічної складової [ 1 ]. Усе зазначене ускладнює розроблення ефективних систем керування енергетичними потоками, що циркулюють в таких підприємствах (так, для тепличних комбінатів у структурі собівартості виробленої продукції їх доля перевищує іноді 70-80%).

Класичним прикладом таких підприємств є птахофабрики промислового типу, на специфічні будівлі яких діють зовнішні природні збурення у вигляді температури зовнішнього середовища, а стани біологічного наповнення технічних об'єктів, птиці певного кросу, визначаються технологічними параметрами атмосфери всередині пташника (при цьому вважається, що температура атмосфери пташника є основним затратним з економічної точки зору фактором). Ці стани і впливають на продуктивність птиці і, в кінцевому варіанті, на економічну ефективність підприємства в цілому. Переходи із стану в стан носять ймовірнісний характер і можуть бути описані системою рівнянь Холмогорова [ 2 ], а графічна інтерпретація таких переходів подана на рис.1.

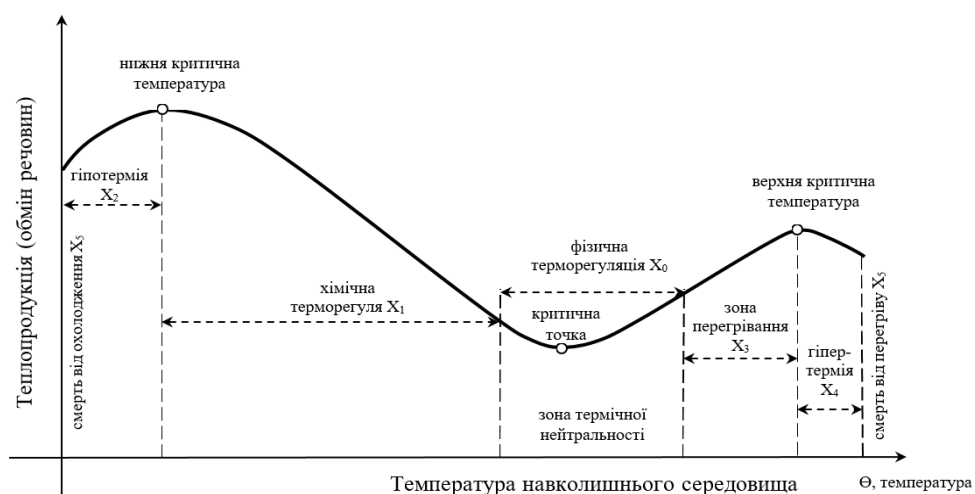


Рисунок 1 – Стани птиці при зміні температури атмосфери в пташнику

Для рослинної продукції, що вирощується в тепличних комбінатах, стани, а тому й продуктивність, також суттєво залежить від параметрів атмосфери та зовнішніх природніх збурень. Про таке можна стверджувати й для інших виробництв. Тобто, означені проблеми є типовими, що підтверджувалось рядом досліджень [ 3 ]. Як уже зазначалось, типові алгоритми стабілізації для таких об'єктів не забезпечують ефективне використання енергетичних ресурсів, а тому застосовувались дво-рівневі системи керування (рис.2).

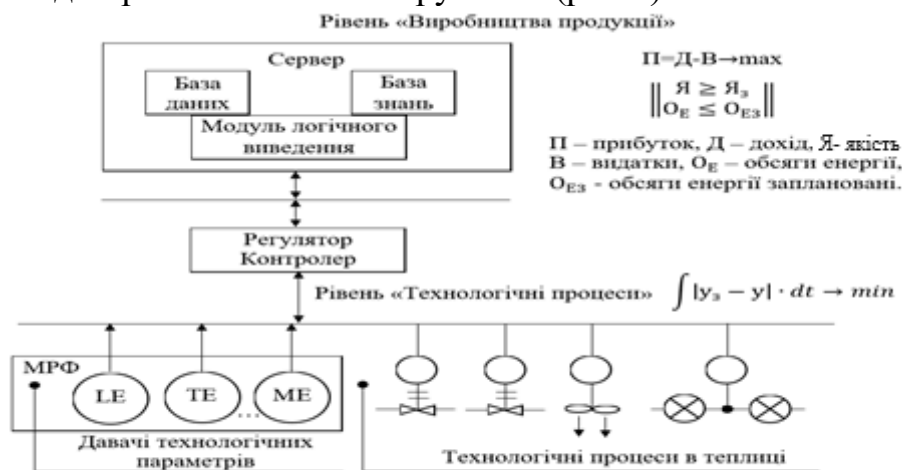


Рисунок 2 – Структура системи автоматичної системи керування енергетичними потоками

Для нижнього рівня (рівень «Технологічні процеси») у якості критерія керування використовується лінійний інтегральний показник якості, можливі й інші типи). Для верхнього – доцільно використовувати економічний критерій (з нашої точки зору це може бути прибуток), а стратегія керування виробництвом формується на основі продукційних, внесених в базу знань. Продукційні правила формуються на основі прогнозування витрат енергетичних ресурсів, забезпечення якості й обсягів виробленої продукції, стабілізації технологічних параметрів на рівні, що забезпечують виконання критерія оптимізації верхнього рівня з усіма відповідними обмеженнями.

Досвід використання такого підходу для різних підприємств промислового типу дає можливість стверджувати, що економія енергетичних ресурсів при цьому сягає 9-14%.

### Література

1. Слоним А. Д. Физиология терморегуляции и термической адаптации у сельскохозяйственных животных / А. Д. Слоним. – М. : Наука, 1966. – 147 с.
2. Лисенко В. П. Природні збурення біотехнічних об'єктів, їх моделювання та прогнозування/ В. П. Лисенко, Н. А. Заєць, Б. Л. Головінський,. – К. : НУБіП України, 2014. – 112 с.
3. Lysenko, V., Bolbot, I., & Lendel, T. (2019). Energy efficient system of electrotechnological complex control in industrial greenhouse. Technical Electrodynamics, 2019(2), pp. 78-81. doi:10.15407/techned2019.02.078.

## Багатофункціональна модель комбінованого обчислюваного перетворювача на базі BiCMOS технології

В.М. Лукашенко, Р.Г. Шаповал, Г.А. Лукашенко

Черкаський державний технологічний університет

Сучасний підхід до проектування комбінованих компонентів комп'ютерно-інтегрованих систем (КІС) для технологічного обладнання вимагає забезпечення одночасно: високі надійність, точність, швидкодію, завадостійкість, при малому енергоспоживанні, ваги та габаритів, широкому діапазоні робочих температур та низьку вартість, що є проблемою, яку потрібно вирішувати. Нанотехнологія забезпечує працездатність мікроелектронних компонентів, але при високій вартості через складність їх морфоструктури, що призводить до малого об'єму виробів. Отже, поєднання ефективних технологій і схемотехнічних рішень при створенні компонентів КІС на єдиному методологічному та інформаційному базисі представляє першочергову задачу. У роботі за результатами аналізу існуючих мікроелектронних технологій визначена BiCMOS технологія, яка дозволяє об'єднати переваги як МДН так і ТТЛ технології, уникнувши при цьому їх недоліків і поєднуючи їх у єдиному кристалі [1, 2]. Розроблена високнадійна багатофункціональна модель комбінованого обчислювального перетворювача (БМКОП) (рис.1).

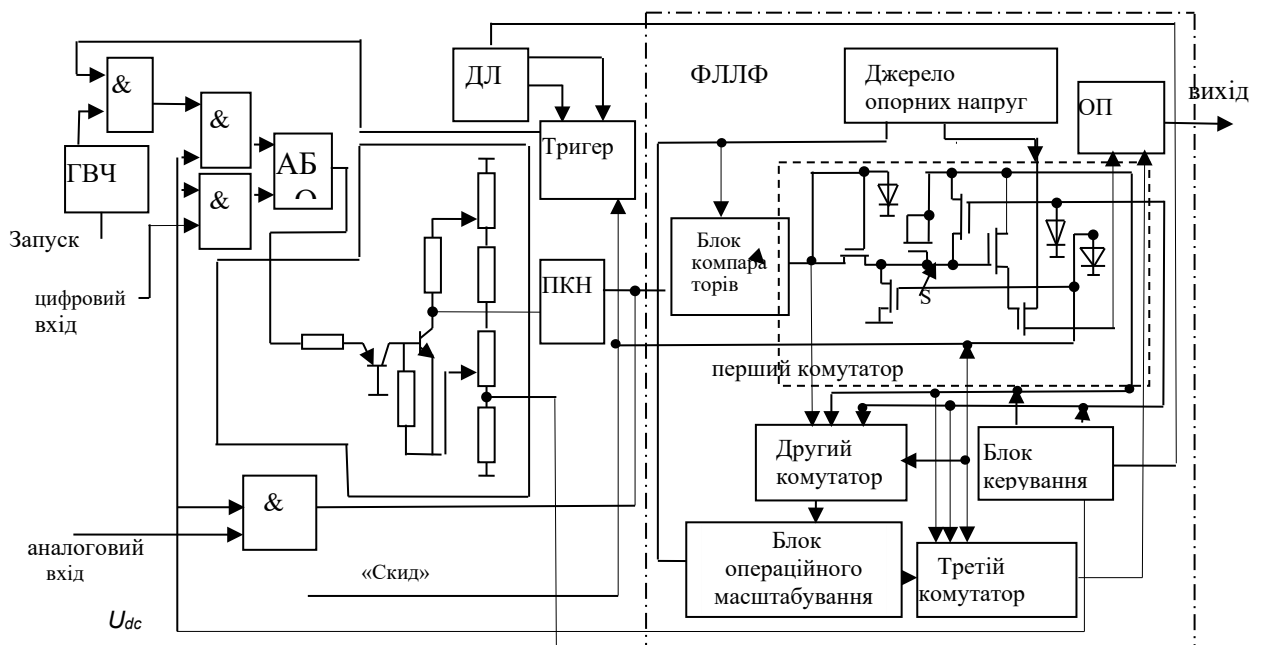


Рис. 1. Образно-знакова модель багатофункціонального комбінованого обчислювального перетворювача

Особливістю БМКОП є багаторазове використання моделі формування лінійно-ламаної функції для перетворення вхідних інформацій: аналогова, цифрова та тривалість імпульсів у вихідну аналогову інформацію.

Відповідні процеси перетворення детально описано в роботі [3].

Основою формування складної лінійно-ламаної функції являється математична модель [2, 3] наступного виду

$$Y(x) = \sum_{i=1}^m \Psi(x_i)[b_j + k^{c_j} x], \quad (1)$$

де  $Y(x)$  – значення функції;  $\Psi(x_j)=0$  або 1 залежить від ділянки аргументу  $x$ ;  $b_j$  – уставка, пропорційна цілим степеням основи системи числення;  $j$  – номер ділянки аргументу;  $k$  – константа основи системи числення;  $c(j)$  – ціле число ( $\pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots$ ), яке залежить від номера ділянки аргументу;  $x$  – вхідна інформація.

Особливістю мікроархітектури ФЛЛФ є комутатори, що містять  $n$  – розрядні комірки, забезпечують високу швидкодію при малої потужності споживання через застосування властивості бутстрепної ємності МДП-варактора для «форсування» напруги на величину, яка дорівнює

$$\Delta U = \frac{C_b U_\phi}{C_b + C_s}, \quad (2)$$

де  $C_b, C_s$  – бутстрепна ємність та загальна ємність відповідного вузла «S».

Верифікація, яка проведена за допомогою комп'ютерного моделювання запропонованої моделі комутатора підтвердила наступне: при  $U_\phi=24\pm 10\%$  В і напруги споживання логічними елементами  $U_{сп}=15\pm 10\%$  В, у вузлі «S» форсується максимальна напруга величиною  $\approx 39$ В.

Високий потенціал вузла «S» забезпечує підвищення інформаційної надійності через усунення впливу порогової напруги МДН-транзисторів, збільшення швидкості обробки інформації.

Отже, шляхом синтезу схемотехнічних рішень і використання BiCMOS технології забезпечуються: зменшуються енергочасові та апаратурні витрати, підвищується інформаційна та експлуатаційна надійність, зменшуються габарити перетворювача, а багатофункціональність збільшує об'єм випуску, що впливає на зменшення вартості виробу.

### Література

1. Palacios P, Saeed M, Negra R. Design considerations for a low-power fully integrated MMIC parametric upconverter in SiGe BiCMOS. IEEE J Solid State Circuits 2023:1–16.
2. Zimmer T et al. SiGe HBTs and BiCMOS technology for present and future millimeter-wave systems. IEEE J Microw 2021;1(1):288–98. doi: <https://doi.org/10.1109/JMW.2020.3031831>.
3. Лукашенко А.Г., Лукашенко Д.А., Зубко І.А., Лукашенко В.А., та Лукашенко В.М., "Формувач складних кусково-лінійних функцій", МПК (2006.01) G 06G 7/26. Пат. 88085 Україна, № u 2013 12598, заявл. Жовт. 28, 2013, опубл. Лют. 25, 2014, Бюл. № 4.
4. Лукашенко В.М. та ін. "Гібридний багатофункціональний обчислювальний пристрій", МПК (2020.01) G 06F 5/00, Пат. на винахід 121939 UA № а 2019 02341; заявл. Берез.11, 2019, опубл. Серп. 10, 2020, Бюл. № 15.

## **Автоматизована система управління технологічним процесом варіння сусла на пивзаводі з використанням методів нечіткої логіки**

**О. В. Мариненко**

*Національний університет харчових технологій*

Пивне сусло великою мірою впливає на смак та якість виготовленого пива.

Отримання пивного сусла з оптимальним значенням рН та вмісту сухих речовин є основною задачею при варінні сусла та подальших процесів для отримання пива високої якості.[1]

Розробка системи автоматизації з використанням сучасних технічних засобів автоматизації та використання сучасних інтелектуальних методів керування технологічними процесами дозволяє виконати цю задачу.

**Об'єктом дослідження** є технологічний процес варіння сусла на пивзаводі.

**Предметом дослідження** є аналіз ділянки процесу варіння сусла на пивзаводі з метою забезпечення отримання пивного сусла з оптимальним значенням рН та вмісту сухих речовин.

**Мета дослідження** полягає у розробці системи автоматизації процесу варіння сусла на пивзаводі з інтелектуальною підсистемою оцінки якості процесу варіння сусла на пивзаводі та з використанням сучасних засобів автоматизації.

**Методологія досліджень** полягає у розробці інтелектуальної підсистеми оцінки якості процесу варіння сусла на пивзаводі з використанням методів нечіткої логіки.

**Наукова новизна** полягає у розробці системи автоматизації процесу варіння сусла на пивзаводі з інтелектуальною підсистемою оцінки якості процесу варіння сусла на пивзаводі з використанням методів нечіткої логіки та опису процесу створення інтелектуальної підсистеми оцінки якості процесу з використанням діаграм на мові SysML.

**Актуальність дослідження.** Розробка системи автоматизації процесу варіння сусла на пивзаводі з інтелектуальною підсистемою оцінки якості процесу варіння сусла на пивзаводі для отримання пивного сусла з оптимальним значенням рН та вмісту сухих речовин є актуальною задачею.

### **Література**

1. Вольфганг К. Технологія солоду та пива / Кунце Вольфганг. – м. Гамбург, 2001. с.759-760

## Система керування жомосушильним комплексом з підсистемою підтримки прийняття рішень

*Національний університет харчових технологій*

**О.М. Міркевич, О.М. Пупена**

Жомосушильний комплекс може забезпечити сушеним жомом, як альтернативним видом палива для котлів на підприємствах цукрового виробництва. При нестабільності енергетичного ринку і збільшення вартості на енергоресурси, використання жому як палива є перспективним. У той же час жомосушка потребує великої кількості енергоресурсів, а робота обладнання дуже чутливе до якості сировини.

Наявність сучасних технологій, які дозволяють збирати, зберігати та швидко аналізувати велику кількість даних та видавати на основі цього певні пропозиції дає можливість використовувати це для запобігання нештатних ситуацій, вибору оптимальних режимів технологічного процесу, аналізу роботи та виявлення неефективного обладнання.

Процеси сушки жому дуже чутливі до показнику вологості на вході в установку, тому ефективність роботи системи керування технологічними процесами сушіння жому можна підвищити за рахунок регулювання подачі палива в топку по вологості жому на вході. Однак проблемою побудови такої системи керування є відсутність на даний момент промислових засобів вимірювання вологості.

Як правило для керування процесом сушіння жому пропонується використовувати непрямий показник – температуру газів на виході з установки, що характеризує різницю вологості жому між входом в барабан і в жомі на виході. Система керування сушіння по вологості жому навіть з використанням вологоміра має проблеми через велику інерційність об'єкту керування, тому що сушіння триває протягом 30–40 хвилин. З цього можна зробити висновок, що температура газів, які виходять, найбільше повно і вчасно характеризує процес сушіння.

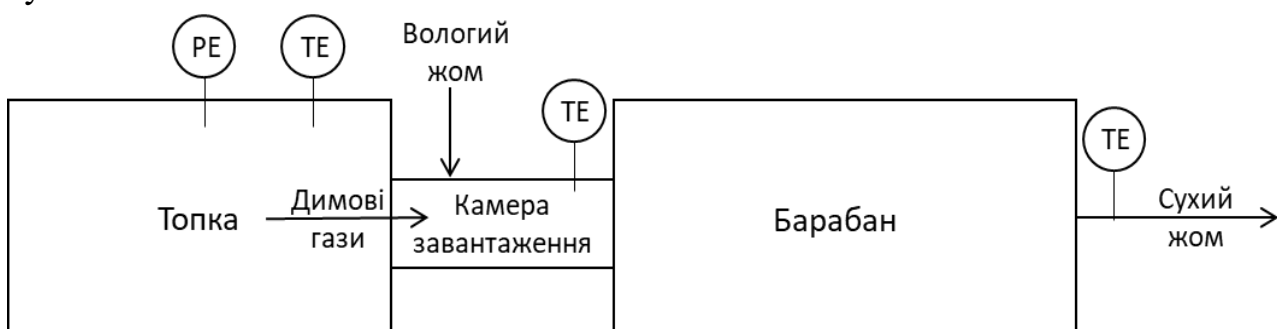


Рис. 1. Структурна схема процесу сушіння жому

На схемі зображено типовий процес сушіння жому жомосушильним комплексом. Вологий жом подається в барабан за допомогою конвеєра або шнека через камеру завантаження, де вимірюється температура димових газів в камері завантаження (на вході в барабан). Жомосушильний барабан оснащений механізмом обертання за допомогою якого рівномірно висихає жом під дією

димових газів з топки, запобігаючи утворення грудок. На виході з барабану вимірюється температура вихідних димових газів і за допомогою шнеків вивантажується сушений жом, який проходить через циклон, після якого димові гази рециркулюють в топку, а сушений жом йде на грануляцію.

Система керування процесом сушіння жому передбачає вплив на продуктивність барабана по кількості жому, що надходить у барабан, за допомогою трьох-імпульсного регулятора температури. Як правило, вимірюють температуру димових газів перед димососом, різницю між температурою газів на виході з топки і температурою в зоні надходження сирого жому в нижню обертову частину апарату. Зі зміною температури газів на виході з барабана чи різниці температур між температурою газів на виході з топки і температурою в зоні сирого жому автоматично змінюється подача жому в барабан. Система має достатню швидкодію і забезпечує якісне регулювання у випадку надлишку сирого жому.

В системі керування значну роль відіграє оператор, який може прийняти необхідні рішення за наявності підготовленої інформації та рекомендацій. У цьому може допомогти використання в системі керування підсистеми підтримки прийняття рішень, яка використовує необроблені дані, документи, особисті знання та/або моделі, щоб допомогти користувачам приймати рішення в нештатних ситуаціях.

Використання підсистеми підтримки прийняття рішень в складі системи керування дасть змогу підвищити ефективність жомосушильного комплексу шляхом запобігання аварійних простоїв, зменшення впливу людського фактору на виконання технологічного процесу, досягнення потоку стабільної вологості сушеного жому та зменшення енергозатрат.

Система підтримки прийняття рішень використовує комбінацію необроблених даних, документів, особистих знань та/або моделей, щоб допомогти користувачам приймати рішення. Джерела даних, які використовує система підтримки прийняття рішень, можуть включати реляційні джерела даних, сховища даних.

### **Література**

1. Возняк О. М. Автоматизована система сушки жому цукрового виробництва [Електронний ресурс] / О. М. Возняк, І. А. Бабин // Техніка, енергетика, транспорт АПК. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <http://tetapk.vsau.org/storage/articles/May2022/DdqqjOfPTXsbHyjCY3m.pdf>.
2. Штангеев К.О. Сушка цукру та жому в буряко-цукровій галузі /Штангеев К.О./ Київ 2015 © ЮНІДО 2015.
3. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості : підруч. / А.П. Ладанюк, В.Г. Трегуб, І.В. Ельперін, В.Д. Цюцюра. – К. : Аграрна освіта, 2001. – 224 с.
4. Mohey G. Energy Efficiency Opportunities in a Pulp Drying Machine [Електронний ресурс] / Gagandeep Mohey. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1033741/FULLTEXT01.pdf>.



**Автоматизовані системи керування безпілотними транспортними засобами****О. В. Нечипоренко, В. В. Мульченко, Г. С. Шаповалова***Черкаський державний технологічний університет*

У сучасному світі, з розширенням технологій та поглядів у підходах до транспортної інфраструктури, автоматизовані системи керування безпілотними транспортними засобами (БТЗ) привертають увагу та змінюють картину майбутнього транспортного руху. Ці системи, що працюють на основі штучного інтелекту, датчиків та передових алгоритмів, надають перспективи для покращення безпеки, ефективності та стійкості у транспортній сфері.

Однією з найважливіших переваг безпілотних транспортних засобів є підвищення безпеки дорожнього руху. Вони оснащені різними сенсорами, такими як камери та радары, що дозволяє їм безперервно моніторити довкілля. Системи штучного інтелекту аналізують дані в режимі реального часу, передбачають можливі небезпеки та миттєво реагують, що знижує ризик аварій та підвищує загальну безпеку учасників руху.

БТЗ також надає унікальні можливості для оптимізації використання дорожніх ресурсів. Автоматизовані системи можуть прораховувати оптимальні маршрути з огляду на поточну дорожню ситуацію та прогноз погоди. Це не лише скорочує часові витрати, а й сприяє ефективному використанню транспортної інфраструктури.

Важливим аспектом застосування БТЗ є зниження екологічного впливу. Більш ефективний рух, скорочення пробок та оптимізовані маршрути ведуть до зменшення викидів шкідливих речовин. Це відповідає глобальним стратегіям зниження вуглецевого сліду та сприяє формуванню стійких міських середовищ.

Тим не менш, існує низка викликів та перешкод на шляху впровадження безпілотних систем. Технологічні неполадки, питання безпеки та неоднозначність у законодавстві – все це потребує ретельного вирішення для успішної реалізації БТЗ. Важливо не лише створити технічно досконалі системи, а й розробити нормативні бази та забезпечити суспільну довіру до нової технології. Проте переваги автоматизованих систем керування безпілотними транспортними засобами дуже значні. У майбутньому вони не тільки змінять вигляд транспортного руху, але й представлять суспільству нові можливості в галузі мобільності, ефективності та стійкості. Дана еволюція транспортних технологій сприяє створенню інтелектуальних, безпечних та екологічно чистих міст, у яких технології слугують покращенню якості життя.

**Література**

1. Nguyen, Ngoc Hung, Dogancau, Kutluyil, 2019. Closed-Form Algebraic Solutions for Angle-of-Arrival Source Localization With Bayesian Priors. IEEE Transactions on Wireless Communications, 18(8), p. 3827-3842.

2. Войтенко, В., 2021. Підвищення швидкості аналізу зображень, отриманих із безпілотного транспортного засобу. Технічні науки та технології, 2(28), p. 127-137.

## Регулювання температури кип'ятіння сусла в сусловарильному апараті із зовнішнім нагрівачем

М.Д. Паровенко

*Національний університет харчових технологій*

Сусловарильному апарату із зовнішнім нагрівачем (External Wort Heater) часто надають перевагу як обладнанню для проведення технологічного процесу кип'ятіння сусла. Як правило, нагрівачем є кожухотрубний теплообмінник, розмір і геометрія якого не обмежені габаритами сусловарильного апарата. Отже, площа поверхні теплообміну може бути відносно великою, що дозволяє знизити температуру стінок нагрівача, тому ймовірність накипання буде меншою [1]. Серед переваг зовнішнього нагрівача слід виділити те, що температура сусла на виході із зовнішнього нагрівача може точно встановлюватися, можливе використання для обігріву гранично низького надлишкового тиску насиченої пари [2], зовнішні нагрівачі легко очищаються і можуть бути підключені до існуючих котлів в якості модернізації [1].

Кип'ятіння сусла може відбуватися при різній температурі в залежності від обраного принципу кип'ятіння (високотемпературне кип'ятіння сусла, динамічне кипіння під низьким тиском [3]), тому важливим контуром регулювання є контур температури на виході нагрівача, яка відповідно і є технологічним параметром кип'ятіння сусла.

Розглянемо систему керування нагрівачем, показану на рис. 1, у якій температура сусла на виході регулюється зміною положення клапана подачі пари. Витрата через будь-який клапан залежить від положення клапана та перепаду тиску на клапані. Якщо виникає стрибок тиску в паропроводі, як правило, за рахунок забруднення стінок нагрівача, витрата пари змінюється. Показаний на рис. 1 контур регулювання температури може компенсувати це порушення витрати пари лише після того, як температура сусла на виході відхиляється від заданого значення [4].

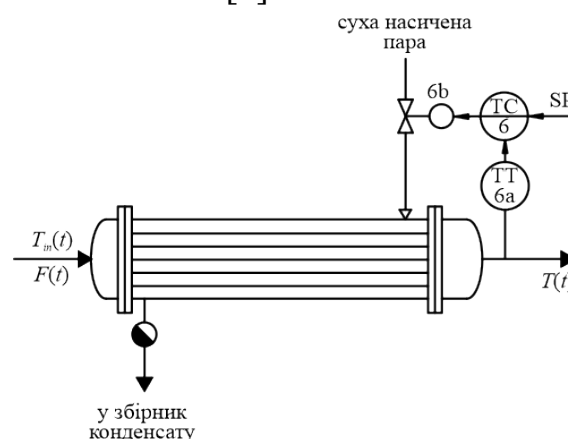


Рис. 1. Контур регулювання температури нагрівача

Каскадна схема, проілюстрована на рис. 2, покращує регулювання температури на виході нагрівача, коли стрибки тиску пари є важливими збуреннями. В контур регулювання температури додано контур регулювання

масової витрати пари, в якому регулятор температури формує задане значення регулятора витрати. Будь-які зміни витрати пари тепер компенсуються контуром витрати пари [4].

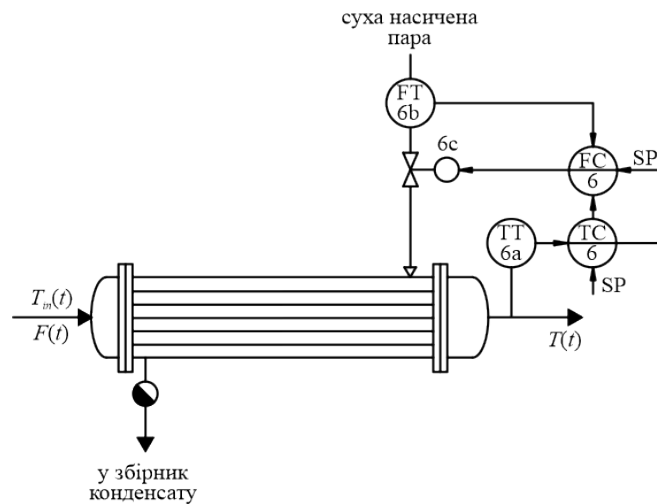


Рис. 2. Каскадне регулювання температури нагрівача

Оскільки забруднення поверхні нагрівача неможливо виміряти або передбачити, регулювання випаровування лише за допомогою температури (рис. 1) пари дає різні результати. Регулюючи витрату пари для досягнення бажаної швидкості випаровування, можна також досягти певного покращення щодо пристосування до забруднення нагрівача.

Вимірювання та регулювання масової витрати пари в нагрівачі відповідно до каскадної схеми регулювання забезпечує послідовне випаровування. Як показано на рис. 2, якщо регулятор витрати пари виявляє падіння витрати через забруднення нагрівача, він керує клапаном пари, щоб відновити масову витрату до цільового значення, яке формує регулятор температури. Це призведе до підвищення тиску пари та температури в нагрівачі, що відновить температуру на поверхні стінок нагрівача для забезпечення необхідної швидкості випаровування. Згодом регулюючий клапан пари буде повністю відкритий і не зможе забезпечити необхідну масову витрату пари, тому нагрівач потрібно буде помити [5].

#### Література

1. Briggs, D.E. et al. 2004. Brewing: Science and Practice, Brewing: Science and Practice. Available at: <https://doi.org/10.1533/9781855739062>.
2. Kunze, W. 2004. Technology brewing and malting, VLB Berlin.
3. Eßlinger, H.M. 2009. Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets, Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets. Available at: <https://doi.org/10.1002/9783527623488>.
4. Smith, C.A. and Corripio, A.B. 1997. Principles and practice of automatic process control Solucionario Capitulo 13b, Simulation.
5. Stewart, G.G., Russell, I. and Anstruther, A. 2017. Handbook of brewing, Third edition, Handbook of Brewing, Third Edition. Available at: <https://doi.org/10.1201/9781351228336>.

## **Формування показників обліку даних технологічних комплексів неперервного типу**

**Т.О Прокопенко, С.О. Видря**

*Черкаський державний технологічний університет*

Для технологічних комплексів (ТК) неперервного типу в різних галузях промисловості умовах динамічного науково – технічного прогресу та зміни зовнішнього середовища важливим є забезпечення управління в режимі реального часу на основі нових методів, що відповідають складності зовнішнього та внутрішнього середовищ. Розробка інформаційних технологій обліку даних ТК неперервного типу в умовах невизначеності та ризиків має ряд суттєвих переваг. Перш за все, це дає змогу досягти чіткості в реалізації стратегічних планів та досягнення стратегічних цілей. По-друге, уникнути витрати фінансових ресурсів на реалізації неприйнятних стратегій для ТК та перевитрати матеріальних та енергетичних ресурсів в ході оперативного управління. А також підвищити ефективність управління ТК в цілому в умовах невизначеності та ризиків[1].

Однією з особливостей ТК неперервного типу є те, що воно охоплює виробничою діяльністю технологічні та організаційні процеси. Тому при побудові інформаційної технології обліку даних мають враховуватись як показники, що відносяться до організаційної складової, так і до технологічної. Тобто з одного боку це деякі узагальнюючі показники обліку, які є індикатором ефективності функціонування ТК. З іншого це технологічні параметри, які характеризують якість сировини та кінцевого продукту, результати проміжних хіміко-фізичних перетворень і техніко-економічні показники, що безпосередньо описують виробничий процес.

На сучасному етапі розвитку ТК неперервного типу гостро постає задача розробки інформаційної технології обліку даних, що здатна представити широкі можливості по визначенню ефективності функціонування ТК, оперативному збору як статистичної інформації, так і інформації якісного характеру, виконувати функції контролю відхилень фактичних показників від планових, швидко видавати інформацію по запитам різних керівних органів та забезпечувати вибір та прийняття управлінських рішень при швидко змінюваних обставинах в режимі реального часу. Застосування технології Big Data забезпечить представлення як структурованої, так і неструктурованої інформації різного роду та характеру, чіткого виявлення взаємозв'язку між даними оперативних задач управління ТК і задач стратегічного рівня, а також забезпечить виконання основної задачі – використання необхідної на даний момент інформації в необхідній кількості в потрібному місці.

### **Література**

1. Прокопенко, Т.О, Ладанюк, А.П. 2015. Інформаційні технології управління організаційно-технологічними системами. Черкаси: Вертикаль, видавець Кандич С.Г.224 с.

## **Задачі стратегічного управління технологічними комплексами неперервного типу в умовах кризи**

**Т.О. Прокопенко, В.О.Руденко**

*Черкаський державний технологічний університет*

Стратегічне управління для технологічних комплексів (ТК) неперервного типу, що функціонують в складних, динамічних умовах зміни зовнішнього середовища, яке характеризується як кризове, є єдиним способом формального прогнозування майбутніх проблем і можливостей. Це забезпечує можливості управління в довгостроковій перспективі, крім того створює основу для ухвалення рішення [1]. Знання стратегії дає можливість уточнити оптимальні шляхи дій, а прогнозування та обґрунтування майбутнього стану ТК сприяє зниженню ризику при ухваленні рішення. В кризових умовах, що характеризуються невизначеністю зовнішніх подій та нестабільністю внутрішнього стану, ризик прийняття неправильного рішення через помилкову або недостовірну інформацію про стан ТК або про зовнішню ситуацію є достатньо високим. Тому важливим є розробка такої інформаційної технології, що забезпечить можливості не тільки формулювання цілей, а й відстеження динаміки їх досягнення та зміни відповідних показників ефективності.

У процесі стратегічного управління ТК неперервного типу потребує зменшення невизначеності зовнішнього оточення та підготовки альтернативних варіантів стратегій. Важливою задачею при цьому є побудова та аналіз формальних моделей ситуацій, що відповідають теперішньому та майбутньому стану об'єкту управління, а також отримання прогнозованих даних, що нададуть можливість оцінки майбутнього стану. Моделювання майбутнього стану ТК неперервного типу дає можливість визначити динаміку досягнення цілей, споживання ресурсів, зміни показників ефективності діяльності при різних зовнішніх і внутрішніх умовах. Іншими словами, передбачити варіанти стратегій управління і тим самим зменшити «невизначеність майбутнього».

Моделювання динаміки стратегічного управління ТК неперервного типу забезпечує можливість побудови довгострокової стратегії та базується на отриманні експертної інформації, на основі якої можливе:

- оцінювання вигод стратегії як результату інформованості про майбутні зміни у зовнішньому середовищі й спостереження динаміки управління ТК неперервного типу;
- дослідження нових можливостей для майбутнього розвитку;
- вироблення підготовки до можливих змін зовнішнього середовища для зменшення негативних наслідків несприятливих ситуацій і зменшення ризиків капіталовкладень.

### **Література**

1. Прокопенко, Т., Ладанюк, А. 2015. Інформаційні технології управління організаційно-технологічними системами: [текст] монографія. Черкаси: Вертикаль, видавець Кандич С.Г., 2015. 224 с.

## Технічні засоби вимірювання показників якості гранульованих добрив для систем керування

Ярощук Л. Д., Садовничий Р.В.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Добрива відіграють важливу роль у підвищенні врожайності будь-яких рослин. Але для досягнення позитивного ефекту вони повинні мати визначені властивості, зокрема по вмісту корисних речовин і вологі та розміру частинок .

Прикладом може бути виробництво вапняково-аміачної селітри. Головним апаратом у технологічній системі цього виробництві є грануляційна вежа. Процес гранулоутворення відбувається за рахунок декількох процесів, зокрема розпилення плаву вапняково-аміачної селітри у верхній частині вежі та охолодження крапель потоком атмосферного повітря, що надходить у вежу знизу. Досягши плоского дна вежі, розпилений матеріал набуває виду твердих частинок вапняково-аміачної селітри [1].

Метою даного дослідження є вивчення ринку відповідних ТЗА, та їх аналіз з точки зору використання у виробництві селітри.

Дослідження почнемо із засобів вимірювання вологості сипких матеріалів [2].

Перші з цих ТЗА – дієлькометричні вологоміри. Принцип роботи цього виду вимірювальних засобів базується на використанні ємнісних вимірювальних пристроїв. Простір між електродами має заповнюватись досліджуваною речовиною. Прикладом такого вологоміра є прилад *WCT-2* торгової марки (ТМ) *Agtronix*.

Найбільшого поширення набули частотні вологоміри (високочастотні та надвисокочастотні). Принцип дії високочастотних вологомірів базується на залежності діелектричної проникності та тангенса кута діелектричних втрат від вологості. Надвисокочастотні вологоміри працюють завдяки зміні параметрів електромагнітної хвилі при взаємодії з вимірюваним матеріалом. Прикладом вологоміру даного типу є вологомір українського виробництва «Копье» [3].

Далі розглянемо пристрої для визначення гранулометричного складу речовин. Методи вимірювання цього показника якості поділяють на дві основні категорії – прямі та непрямі. Перші забезпечують безпосереднє відділення та зважування окремих заданих фракцій з наступним розрахунком відсоткового вмісту в суміші тієї чи іншої фракції. Прикладом даного типу технічних засобів є вібраційні сита. Головним недоліком таких засобів є суттєва громіздкість обладнання. Тому далі мова йтиме про пристрої непрямого вимірювання.

Найбільш поширеним є метод лазерної дифракції. Він базується на визначенні розміру частинок за допомогою електромагнітних хвиль. Частинки в лазерному промені розсіюють світло на деякий постійний кут, величина якого залежить від діаметру частинок. Лінза збирає розсіяне світло кільцеподібно на

детекторі, що встановлений у фокальній площині лінзи. Не розсіяне світло завжди сходиться у фокальній точці на оптичній осі. Як результат, одержують діаметр частинки лазерної дифракції, який є еквівалентним сфері з ідентичним розподілом розсіяного світла. Після цього вимірюють середні об'ємні діаметри по відношенню до вимірюваного об'єму. Описано такі аналізатори гранулометричного складу цього типу: *Malvern Mastersizer S (Malvern Instruments Lt, UK)*, *Coulter LS 200 (Beckman Coulter Inc., Fullerton, CA, USA)*.

Інший метод використовує так званий «час переміщення». Принцип цього методу заснований на виявленні частинок за допомогою лазерного променя, що обертається. Промінь фокусують на невелику точку, це забезпечує кругове сканування призми з досліджуваним зразком, що обертається також. Сигнал про взаємодію виникає в момент, коли вимірювана частинка потрапляє під промінь, після чого спеціальний фотодіод фіксує ці сигнали. Фінальне значення гранулометричного складу (вказане у відсотках по відношенню до об'єму) отримують відразу після того, як вимірюють достатню кількість частинок. Прикладом даного приладу є *CIS-100 TM Galai Production Ltd*.

Аналіз пристроїв показав, що для вимірювання зазначених показників якості продукції на виробництві вапняково-аміачної селітри найбільш доцільно для вимірювання вологості використати вологомір «Копье», оскільки його виготовляють в Україні, що спрощує його придбання та обслуговування (компанія-виробник надає гарантію на експлуатацію протягом 12 місяців). До того ж він має невеликі габарити, високу точність, помірну ціну в порівнянні з західними аналогами, має широкий спектр вимірюваної вологості та температури сипких речовин.

Для визначення гранулометричного складу на описаному виробництві доцільно обрати *CIS-100 TM Galai Production Ltd*, оскільки він відрізняється від багатьох інших високою точністю та ергономічністю. До того ж пристрій працює в системі *CDN*, що дозволяє миттєво отримувати результати проведених вимірювань

Проведене дослідження дозволяє підвищити ефективність систем керування якістю гранулометричних добрив. Його результати стануть у нагоді при автоматизації виробництв із сипкими матеріалами.

### Література

1. Технология аммиачной селитры / [Иванов М.Е., Поляков Н.Н., Стрижевский И.И. и др.]; под ред. В.М. Олевского. – М.: Химия, 1978. – 312 с.
2. Ларичева Л.П. Контроль та автоматизація хімічних процесів та виробництв [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Хімічна технологія», 2016. – 172 с.
3. Вологомір сільськогосподарських продуктів Коп'є. Режим доступу: <https://chemtest.com.ua/vlagomer-s-h-produktov-kope>

**Адаптивне керування технологічним процесом виробництва скломаси****О.В. Ситніков***Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Під час розроблення адаптивної системи керування технологічним процесом виробництва скломаси основна задача – підтримка на заданому рівні температурного режиму роботи печі, що у свою чергу дає можливість максимально економічно використовувати паливе. При цьому однією із основних проблем задач синтезу є наявність адекватної моделі об'єкту керування, результати роботи якої перевірені за даними виробництва [1, 2].

Запропоновано алгоритм адаптації  $Kr$  наступного виду:  $K_r^{n+1} = \alpha \cdot K_r^n + \beta$ ,

де  $K_r^n$  – значення загального коефіцієнта підсилення регулятора перед адаптацією,  $K_r^{n+1}$  – нове значення загального коефіцієнта підсилення регулятора,  $n$  – номер кроку адаптації,  $\alpha$ ,  $\beta$  – коефіцієнти, що відповідають технологічним особливостям об'єкту, наведені в попередніх розділах.

Принцип розробленого адаптивного алгоритму керування є використання процесу порівняння сигналу  $u(t)$  з даними технологічного регламенту виробництва. Блок адаптації реалізує наступний алгоритм:  $u_i(t) < \varepsilon_i(t)$ , де  $\varepsilon_i(t)$  – сигнал неузгодженості, при займані ним відповідного значення, іде зміна  $Kr$  за відповідним алгоритмом адаптації.

Для вирішення поставленої задачі використовується інструмент програмного середовища *MatLab* –  $S$ -функція. В алгоритмі використана конструкція *if – else*. Фрагмент програмного коду, що реалізований засобами *MatLab* [3]:

```
function sys = mdlOutputs(t,x,u)
persistent P;
if t<0.1 P=0.875; sys=P;
else if u<0.9 P=P+0.02; sys =P;
    else if u<0.95 P=P+0.015; sys =P;
        else if u<1P=P+0.001; sys =P;
            else if u<1.05 P=P-0.001; sys =P;
```

В роботі представлено алгоритм адаптації для регулятора системи керування скловарною піччю. Та наведено засіб реалізації алгоритму адаптивного керування засобами *MatLab*.

**Література**

1. Перельман, И.И., 1980. Непосредственная адаптация и адаптация путём идентификации. Москва: «Институт проблем управления».
2. Müller, J., Matustík, F., Bódi, R., 2004. A system for optimal glass furnace control. [online] Доступно: <<http://www.gmic.org/Energy%20Page/glass-service.inde-g-oct04-.pdf>>.
3. Assi, A.H., 2011. Engineering Education and Research Using Matlab. «InTech».



**Проектування адаптивної системи керування промисловим роботехнічним комплексом для підприємства харчової промисловості.****В.М. Сідлецький***Національний університет харчових технологій*

У сфері керування промисловими роботами використовуються різноманітні програмні продукти залежно від конкретних потреб та завдань. Вони можуть бути як з відкритим програмним забезпеченням для робототехніки так і корпоративним. Вони дають можливість будувати системи управління для побудови оптимального шляху руху роботів та визначати ефективні стратегії роботи. Розроблені програмні продукти використовуються для різноманітних завдань, таких як програмування рухів робота, симуляція виробничих процесів, взаємодія з іншими системами та багато іншого. Проте потрібно відмітити, розробка адаптивних систем керування промисловими роботами є актуальною задачею. Це пов'язано з необхідністю роботизованого комплексу адаптуватися до змін у середовищі чи параметрах технологічної ділянки, забезпечуючи оптимальну працездатність. Тому основними вимогами до проектування систем управління при керуванні промисловими роботами з адаптацією будуть: здатність до адаптації, оптимізація продуктивності, підтримка автономності, навчання зокрема самонавчання, керувати роботами в умовах невизначеності чи змін. Для вдосконалення систем керування є розроблені технології конструювання автоматизованих систем [1], що використовують нечіткі множини, теорію гри, отримання вимірюваної і невимірюваної інформації: від системи автоматичного контролю, оператора (про результати візуального огляду обладнання) та даних сировинної і заводської лабораторій. Розробка таких систем спрямована на вдосконалення алгоритмів управління підприємством, його ритмічності, продуктивності для підвищення ефективної його роботи.

Також потрібно відмітити, що математична модель промислового робота повинна включати в себе як кінематичний, так і динамічний аспекти для повного опису його руху та поведінки. Кінематика визначає геометричні та кінематичні властивості робота, такі як положення, швидкість та прискорення сегментів робота. Математично це може бути виражено за допомогою трансформаційних матриць та параметрів. Динаміка визначає сили та моменти, які впливають на рух робота та визначає рухові реакції. Для математичного опису динаміки робота використовуються рівняння руху та ейлерові рівняння. Їх поєднання в математичній моделі виглядає наступним чином: знаючи значення кутових координат (кутові зміщення) для кожного ступеня свободи, можна обчислити положення та орієнтацію кожного сегмента робота в просторі; та використовуючи розраховані положення та орієнтації, можна визначити моменти сил та сили, що діють на кожен сегмент робота. Застосовуючи принципи динаміки, можна визначити рухові реакції та еволюцію системи в часі.

Отже, поєднання кінематики і динаміки у математичній моделі промислового робота забезпечує повне розуміння та опис його руху та поведінки. Такий підхід потребує відповідного математичного апарату обробки масивів даних, тому в роботі пропонується використати методи тензорного

аналізу. У відповідності до використання такого підходу при розробці системи керування роботи технологічної ділянки тепlopункту [2].

Структурна схема системи керування з використанням тензорних моделей повинна включати блоки: блоки формування множини змінних як радіус-вектори вхідних, регламентованих значень та стану системи; блоки розрахунку метричних тензорів за першою квадратичною формою; блоки знаходження ортонормованих власних векторів та власних значень; блоки розрахунку тензор-проектору. Пропонується з'єднати вектори змінних вводу та виходу технологічного процесу з тензором, який для ортонормальних систем приймає діагональну форму, що полегшує обчислення регулюючих дій. У цій статті представлені результати моделювання під час використання традиційних методів обчислення коефіцієнтів регулятора та обчислення регулюючої дії під час використання тензорної моделі. Використання такої методики дозволить створити необхідні регулюючі дії, оскільки враховує роботу окремого апарату, тому координуватиме його функціонування як структурного підрозділу в технологічній лінії, у разі виникнення відхилень та перехідних процесів.

Основні етапи роботи системи автоматизації у контексті адаптивного керування промисловим роботом будуть такі: моделювання кінематики, що описує, як змінюються кутові положення та положення кожного суглоба робота при його руху. Адаптивна обробка даних, що може використовувати інформацію про фактичне положення та рух робота, яке отримується з сенсорів. Використання адаптивних алгоритмів дозволяє системі адаптуватися до змін у внутрішніх чи зовнішніх умовах. Керування рухом, куди входить корекція траєкторії, регулювання швидкості або зміну конфігурації робота для досягнення бажаних результатів. Корекція помилок, система може виявляти помилки у роботі або зміни в середовищі. Використовуючи інформацію про параметри та актуальний стан робота, система може вносити корекції для уникнення помилок та підтримки оптимального функціонування.

Вирішення поставлених задач шляхом використання методів тензорного аналізу, дозволяє розробити математичну модель у формі, що не залежить від конкретних значень параметрів технологічного процесу. Всі залежності будуть лінійними, а значення параметрів будуть використовуватись тільки при виборі координатних осей. Для використання методів тензорного аналізу в системі керування, необхідно щоб всі параметри в системі управління були розбиті на три вектори: вектор управління, вектор вихідних параметрів та вектор регламентованих значень. Для розрахунку коефіцієнтів тензорів необхідно по отриманим векторам побудувати квадратичні форми.

### Література

1. Сідлецький В.М., Ельперін І.В. Технології конструювання сучасних автоматизованих систем. Монографія. – К.: Видавництво Ліра-К, 2022. – 180 с.
2. Sidletskyi, V. (2019). Steam boiler control system using tensor analysis methods. *International Journal of Computing*, 18(2), 147-154. <https://doi.org/10.47839/ijc.18.2.1413>

## **Класифікація методів та моделей сумісного прийняття рішень операторами аеронавігаційної системи в особливих випадках в польоті**

**Ю.В. Сікірда**

*Льотна академія Національного авіаційного університету*

В особливих випадках в польоті (ОВП) актуальним завданням є забезпечення ефективного сумісного прийняття рішень (Collaborative Decision Making – CDM) всіма взаємодіючими учасниками – операторами аеронавігаційної системи (АНС) (пілотом повітряного судна, оператором безпілотної літальної апарату, авіадиспетчером, льотним диспетчером тощо). Цього можна досягнути на основі використання повної і точної інформації, а також злагодженої співпраці авіаційного персоналу, його чіткого і правильного розуміння службових обов'язків та своєї ролі в процесі виконання спільного завдання.

Процес CDM операторами АНС в ОВП в залежності від ступеня визначеності можливих наслідків розглядається в умовах визначеності, стохастичної невизначеності (ризик) та нестохастичної (повної) невизначеності [1].

Для умов повної визначеності, коли точно відомі можливі наслідки альтернатив, використовуються детерміновані моделі CDM операторами АНС в ОВП, побудовані за допомогою методів мережевого планування [2].

В умовах стохастичної невизначеності (ризик), коли кожна альтернатива пов'язана з множиною можливих наслідків, причому кожному наслідку відповідає певна ймовірність виникнення в залежності від впливу факторів зовнішнього середовища, процес CDM операторами АНС відображається у вигляді дерева рішень, а для знаходження оптимальної альтернативи запропонований критерій мінімізації ризику з урахуванням зсуву ризику [2]. При своєчасних коректних узгоджених діях операторів АНС з парирування ОВП завдяки ефекту синергії, коли вплив декількох операторів перевищує вплив, який спричиняє кожний оператор окремо (наприклад, за рахунок вірного прийняття рішення (ПР) одним оператором зменшуються або нівелюються помилки ПР іншого оператора), загрози можна зменшити значно більше, ніж при одноособовому ПР. При неузгоджених діях операторів АНС з парирування ОВП загрози можуть збільшуватись завдяки негативному диссинергетичному ефекту.

В умовах нестохастичної (повної) невизначеності, коли розподіл імовірностей, що відповідає факторам, які впливають на ПР, невідомий, методологічною основою для CDM операторами АНС є матриця рішень [2]. У цьому випадку для оцінки потенційних стратегій CDM використовуються критерії Вальда, Лапласа, Гурвіца та Севіджа на основі об'єктивно-суб'єктивного підходу, який враховує спільні об'єктивні фактори середовища ПР та суб'єктивні переваги операторів АНС [2]. Оптимальне рішення за критерієм Вальда (мінімаксним) доцільно застосовувати при нерегулярних польотах, він забезпечує гарантійний результат і повністю виключає ризик. Застосування

критерію Лапласа доцільне в випадках регулярних польотів, тобто, коли маршрут повністю відпрацьований і ризик мінімальний.

Класифікація методів та моделей CDM операторами АНС в ОВП наводиться в таблиці І.

Таб. І

Класифікація методів та моделей CDM операторами АНС в ОВП

Умови CDM	Методи CDM	Моделі CDM
Повна визначеність	Методи мережевого планування	Детерміновані моделі
Стохастична невизначеність (ризик)	Дерево рішень Критерій мінімізації ризику	Стохастичні моделі
Нестохастична (повна) невизначеність	Матриця рішень Критерії Вальда, Лапласа, Гурвіца, Севіджа	Нестохастичні моделі

Детерміновані, стохастичні та нестохастичні моделі CDM операторами АНС з урахуванням їх взаємодії дозволяють отримати найкращий груповий результат з оптимальним часом завершення польоту та мінімальним ризиком/збитками шляхом розробки спільних безконфліктних стратегій та узгоджених технологій роботи операторів в умовах неповноти і невизначеності інформації.

Розроблені детерміновані, стохастичні та нестохастичні моделі нададуть можливість створити базу сценаріїв розвитку польотних ситуацій в інтелектуальній системі підтримки CDM операторами АНС в ОВП та зможуть використовуватись в процесі спільної тренажерної підготовки для пошуку «слабких» місць в технологіях роботи операторів з метою підвищення узгодженості та уникнення конкуренції або взаємного блокування їх дій, попередження несвоєчасного втручання операторів АНС в роботу один одного в позаштатних ситуаціях в умовах гострого дефіциту часу, а також в реальних умовах льотної експлуатації на основі використання концепцій спільного інформаційного середовища SWIM та FF-ICE. Проектування та розрахунок сценаріїв розвитку польотних ситуацій з урахуванням прогнозування спільних дій операторів АНС при виникненні ОВП дозволить своєчасно попереджувати розвиток ситуації в бік погіршення.

### Література

1. Shmelova T., Sikirda Yu., Rizun N., Salem A.-B. M., Kovalyov Yu., 2018. Socio-Technical Decision Support in Air Navigation Systems: Emerging Research and Opportunities: manuscript. USA, Hershey: IGI Global.

2. Сікірда Ю.В., 2023. Метод інтеграції нестохастичних, стохастичних та детермінованих моделей сумісного прийняття рішень операторами аеронавігаційної системи. Наука і техніка Збройних Сил Повітряних Сил України, 1 (50), с. 44–55.

## Оптимізація стратегій сумісного прийняття рішень операторами аеронавігаційної системи в конфліктних ситуаціях методами теорії ігор

Ю.В. Сікірда, В.Ф. Власенко, І.Г. Торохтій

*Льотна академія Національного авіаційного університету*

Більшість задач, які виникають в аеронавігаційній системі (АНС) на її різних рівнях та на різних етапах її функціонування, вирішується в умовах невизначеності. Теорія ігор надає математичний апарат вирішення задач прийняття рішень операторами АНС в умовах невизначеності, що розглядаються насамперед як конфліктні ситуації, колективні рішення, задачі розроблення оптимальних планів [1]. Ігровий підхід до дослідження процесів в умовах невизначеності дозволяє отримувати оптимальні та гарантовані (для найгірших випадків) рішення.

Ефективність функціонування АНС та забезпечення безпеки польотів насамперед залежить від результатів прийняття індивідуальних та групових рішень [2]. Тому в АНС, в якій оператори приймають рішення у складних ситуаціях, управлінню конфліктами надається велике значення. Правильно керований конфлікт може покращити групові результати рішень. При цьому вирішення конфлікту необхідно провести на обмеженому інтервалі часу, величина якого визначається самою логікою розвитку і перетворення конфліктної ситуації. Хто швидше приймає і виконує правильні рішення, той і виграє. Правильні рішення, але прийняті з запізненням, застарівають, не приносять користі. Це засвідчують приклади конфліктів, що розглядаються в задачах забезпечення безпеки повітряного руху, відходу на запасний аеродром, усунення затримок у авіаперевезеннях тощо.

Щоб розв'язати конфліктну ситуацію, що складається між операторами АНС в особливих ситуаціях, і знайти такі оптимальні стратегії, які зможуть задовольнити обидві сторони, пропонується математичний аналіз конфлікту за допомогою методів теорії ігор. Для цієї мети будується математична модель конфлікту, яка називається грою, а учасники гри – гравцями. У розглядуваних випадках спостерігається некооперативна поведінка ізольованих гравців [1]. Гра двох учасників з нульовою сумою має вигляд  $G(A_i, B_j, q_{ij})$ , тобто, гравці є чистими антагоністами.

Для формування матриці гри визначаємо наступні параметри (складові) гри (таблиця I):

1. Гравець А – Л-О<sub>1</sub> (наприклад, авіадиспетчер) з множиною альтернативних рішень  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_m\}$ .

2. Гравець В – Л-О<sub>2</sub> (наприклад, пілот ПС) з множиною альтернативних рішень  $B = \{B_1, B_2, \dots, B_j, \dots, B_n\}$ .

3. Вектор наслідків  $Q = \{q_{11}, q_{12}, \dots, q_{ij}, \dots, q_{mn}\}$  – результатів взаємодії операторів АНС (Л-О<sub>1</sub> та Л-О<sub>2</sub>) ( $i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}$ ).

Формальна матрична форма гри «Л-О<sub>1</sub> – Л-О<sub>2</sub>»

Стратегії Л-О <sub>1</sub>	Стратегії Л-О <sub>2</sub>					
	$B_1$	$B_2$	...	$B_j$	...	$B_n$
$A_1$	$q_{11}$	$q_{12}$	...	$q_{1j}$	...	$q_{1n}$
$A_2$	$q_{21}$	$q_{22}$	...	$q_{2j}$	...	$q_{2n}$
...	...	...	...	...	...	...
$A_i$	$q_{i1}$	$q_{i2}$	...	$q_{ij}$	...	$q_{in}$
...	...	...	...	...	...	...
$A_m$	$q_{m1}$	$q_{m2}$	...	$q_{mj}$	...	$q_{mn}$

Для таблиці І обережні стратегії гравців мають вигляд (1)-(2):

$$A^* \in G(q_j) \Leftrightarrow \max q_{ij}(A_i, B_j) = \max \min q_{ij}(A_i, B_j); \quad (1)$$

$$B^* \in G(q_i) \Leftrightarrow \min q_{ij}(A_i, B_j) = \min \max q_{ij}(A_i, B_j). \quad (2)$$

Вирази  $\max \min q_{ij}$  і  $\min \max q_{ij}$  є відповідно максимальним гарантованим виграшом гравця А і мінімальним гарантованим програшом гравця В.

Якщо виконується рівність  $v = \max \min q_{ij}(A_i, B_j) = \min \max q_{ij}(A_i, B_j)$ , тоді  $v$  є ціною гри  $G$ .

Оптимальні стратегії визначено як сідлові пари для двох гравців і розглянуто антагоністичну парну гру з нульовою сумою, де гравцями виступають оператори АНС, а виграш Л-О<sub>1</sub> дорівнює програшу Л-О<sub>2</sub>. Застосувавши мінімаксий критерій Вальда [1], одержано такі закономірності поведінки гравців: Л-О<sub>1</sub> прагне в найгіршій для себе поведінці Л-О<sub>2</sub> отримати максимальний виграш; Л-О<sub>2</sub> прагне в найгіршій для себе поведінці Л-О<sub>1</sub> отримати мінімальний програш. В [3] наведено приклад розв'язання конфліктної ситуації між пілотом та авіадиспетчером при відмові та пожежі двигунів на етапі набору висоти та визначено оптимальні стратегії операторів АНС, які задовольняють обидві сторони.

Таким чином, застосування методів теорії ігор для оптимізації стратегій сумісного прийняття рішень операторами АНС в умовах конфлікту дозволяє узгодити антагоністичні інтереси сторін та мінімізувати потенційний збиток.

### Література

1. Tadelis S., 2013. Game Theory: An Introduction. 1st ed. USA, Princeton: Princeton University Press.
2. Shmelova T., Sikirda Yu., Rizun N., Salem A.-B. M., Kovalyov Yu., 2018. Socio-Technical Decision Support in Air Navigation Systems: Emerging Research and Opportunities: manuscript. USA, Hershey: IGI Global.
3. Сікірда Ю.В., Шмельова Т.Ф., Касаткін М.В., Тригуб Ю.І., 2020. Оптимізація стратегій сумісного прийняття рішень операторами аеронавігаційної системи в конфліктних ситуаціях. Наука і техніка Збройних Сил Повітряних Сил України, 4 (41), с. 86–94.

**Особливості і завдання автоматизації твердопаливних теплогенераторів****Я.В. Смітюх, В.С. Мельник***Національний університет харчових технологій*

Твердопаливні теплогенератори на біопаливі (тріски, тирса, пелети) все частіше використовуються в сушильних установках через подорожчання та проблеми із постачанням класичних енергоносіїв, а також через наявність місцевих відновлюваних джерел біопалива, або постійних відходів власних виробництв. Використання біопалива все більше стимулюється державою [1].

На даний час управління більшістю твердопаливних теплогенераторів здійснюється з використанням окремих контурів автоматичного регулювання (температура, розрідження), а досить часто, особливо для теплогенераторів середньої та малої потужності, здійснюється вручну операторами. Розпалювання і робота в перехідних режимах переважно проводиться операторами вручну. Питання енергоефективності, екологічності найчастіше не розглядаються взагалі, оскільки через складність управління оператори зосереджені на утриманні теплогенератора в режимі стійкої безаварійної роботи та на забезпеченні необхідної вихідної теплової потужності.

Складність автоматичного управління твердопаливними теплогенераторами на біопаливі пояснюється низкою їх особливостей як об'єктів автоматизації:

- різні конструкції твердопаливних теплогенераторів та їх пальників, особливості яких треба враховувати при управлінні;
- складні процеси управління спалюванням твердого біопалива;
- взаємопов'язаний із спалюванням процес видалення твердих залишків горіння;
- необхідність враховувати багато параметрів які впливають на роботу твердопаливного теплогенератора (вологість і загальна якість палива, температура навколишнього середовища, атмосферний тиск, нерівномірність навантаження на теплогенератор та ін.);
- наявність багатьох режимів роботи твердопаливних теплогенераторів (розпалювання, вихід на номінальну чи задану потужність, робота, затухання, очікування, гасіння, аварійна зупинка);
- забезпечення і контроль пожежобезпечної і стійкої роботи.

Враховуючи ці особливості, для ефективного автоматичного керування твердопаливними теплогенераторами на біопаливі пропонується застосувати інтелектуальні багатопараметричні регулятори. Для вирішення цієї задачі необхідно провести системний аналіз твердопаливних теплогенераторів, аналіз їх статичних та динамічних характеристик, побудувати їх модель як об'єкта керування, на основі якої обрати оптимальну структуру системи управління.

**Література**

1. Закон України "Про альтернативні види палива" від 21.05.2009 р., № 1391-VI. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.zakon.rada.gov.ua>.

## Особливості алгоритмічного забезпечення системи керування очищенням оливи і мастил

Є. О. Тюріна, Л. Д. Ярощук

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Для сучасного розвитку суспільства характерно неперервне зростання кількості речовин, які є відходами – результатами побутової життєдіяльності людини, транспорту, різноманітних технологічних підприємств тощо. Утилізація чи очищення відходів стає задачею, яка стосується економіки, екології та соціальних аспектів життя суспільств. Збалансування проблем, пов'язаних з переробкою відходів, викликає появу державних та міжнародних об'єднань і програм, які намагаються певним чином формалізувати та спрямувати організаційну та науково-технічну діяльність людства заради зменшення забруднення довкілля і підвищення ресурсозбереження.

Метою дослідження є визначення необхідних складових математичного забезпечення та відповідної структури АСК ТП адсорбційного очищення відпрацьованих оливи і мастил (АООМ).

Визначимо такі особливості технології АООМ, які потребують розширення та ускладнення функцій керування:

- нестабільність властивостей забруднених речовин (сировини), обумовлену їх надходженням від різних постачальників;
- суттєва кількість властивостей сировини, викликана складними та відповідальними умовами використання оливи і мастил;
- відсутність автоматичних засобів контролю для більшості показників якості забрудненої сировини та очищеної продукції;
- складність моделювання рушійних сил тих процесів, які відбуваються при адсорбції у виробничих умовах;
- наявність обмежень і рекомендацій щодо концентрацій шкідливих речовин у робочій зоні чи в довіллі з боку регіональних, державних та міжнародних організацій.

Наведені особливості не дають можливості застосувати тільки типові системи керування очищенням оливи і мастил, а вимагають як ускладнення алгоритмів, так і залучення знань осіб прийняття рішень (ОПР) різного рівня відповідальності, зокрема керівного складу виробництва, підрозділів (цехів), оперативного персоналу (технологічного та з керування).

На основі наведених особливостей системи АООМ запропоновано увести в склад математичного забезпечення автоматизованої системи керування АООМ алгоритми аналізу нормативних і рекомендаційних документів, оптимального керування з урахуванням положень названих документів та ситуаційного керування ОПР (середнього чи оперативного рівня). Їх активація відбувається за рішенням ОПР високого рівня (керівництва виробництва).

До додаткових належить алгоритм визначення умов адсорбції при надходженні на очищення нової сировини. Математичні та логічні процедури



цього алгоритму передбачають створення «історії» очищення речовин і пошук аналогів нової речовини. Такий пошук передбачає низку ситуацій для прийняття рішень ОПР серед оперативного персоналу чи керівництва цеху.

Уточнення необхідних умов для конкретних властивостей забрудненої речовини виконує адаптивна система керування.

На Рис. 1 наведено узагальнену структуру алгоритмічного забезпечення системи керування АООМ, яка враховує розширення кола задач типових систем.

Загальний алгоритм містить декілька вузлів з вибором альтернативних задач керування або певних методів розрахунків. Такі розгалуження в схемі загального алгоритму пов'язані з наступними ситуаціями:

- а) визначення пріоритетності між умовами технологічного регламенту виробництва (ТРВ) й умовами зовнішніх організацій;
- б) визначення режимних параметрів при зміні постачальника сировини;
- в) визначення параметрів регуляторів при нестационарності процесу адсорбції.

Кожний з пунктів передбачає використання або принципово різних критеріїв керування і математичних моделей, або тільки адаптування моделей.

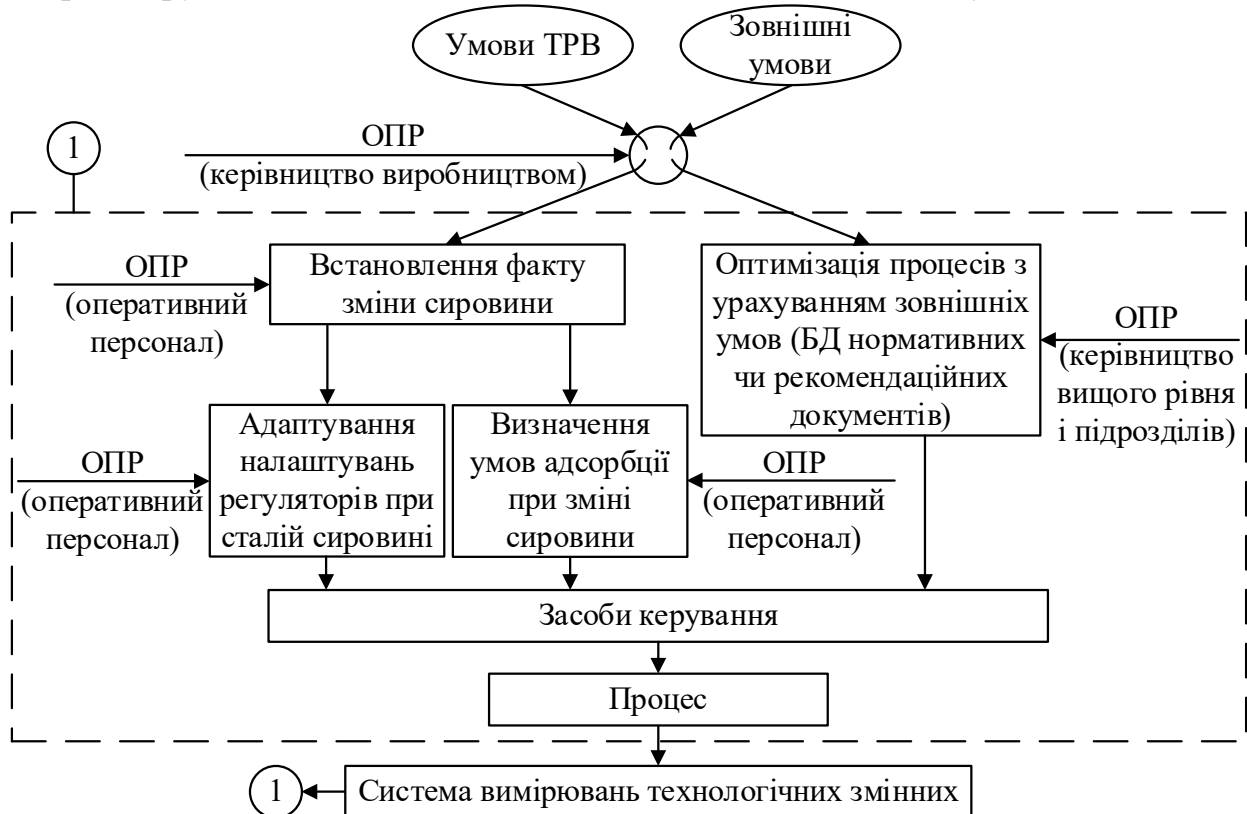


Рис. 1. Узагальнена структура алгоритмічного забезпечення системи керування

Отримані результати дозволяють визначити загальну структуру алгоритмічного забезпечення системи керування адсорбційним очищенням відпрацьованих олиव та мастил, на базі якої можна створювати структуру автоматизованої системи керування такого виробництва. Визначено сукупність задач, пов'язаних з вибором напрямків подальших дій у керуванні процесом, які вимагають залучення фахівців.

2

СЕКЦІЯ

*ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ  
СИСТЕМИ  
КЕРУВАННЯ  
ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ*

**Інтелектуальне керування електрозабезпеченням об'єкта з ФЕС та накопичувачем енергії****С.М. Балюта, Л.О. Копилова, Ю.В. Куєвда, В.Т. Романюк,  
М.С. Кондрашевський***Національний університет харчових технологій*

Підвищення надійності та ефективності електрозабезпечення промислових і комунальних об'єктах може досягатися шляхом використання фотоелектростанцій та накопичувачів енергії. Для забезпечення оптимальних режимів роботи ФЕС та накопичувачів енергії (НЕ) використовують інтелектуальні системи керування [1].

Розроблена система керування, що забезпечує багатокритеріальне оптимальне оперативне управління електрозабезпеченням об'єктів з ФЕС і НЕ. При цьому вирішуються завдання максимального споживання електричної енергії, що тримана від фотоелектростанції (ФЕС), мінімізації піків електричної потужності від мережі, підтримання енергоефективних рівнів напруги, оптимізація терміну служби фотоелементів ФЕС та літій-іонної батареї НЕ. Вирішення задач оперативного керування проводиться поетапно шляхом проведення довгострокової, короткострокової та миттєвої оптимізації.

Довгострокова оптимізація направлена на оптимізацію терміну служби літій-іонної батареї НЕ і фотоелементів ФЕС. Для забезпечення нормативного терміну експлуатації вказаних елементів передбачається застосування технології Predictive maintenance і оптимізації режимів роботи. Короткострокова оптимізація направлена на вирішення завдання максимального використання ЕЕ, що отримана від ФЕС, оптимізації обсягів ЕЕ, що передається та отримується з мережі та купівлі ЕЕ, а також мінімізації фінансових видатків на ЕЕ. Миттєва оптимізація забезпечує вирішення задач оптимізації режимів електричної мережі, потужності та заряду літій-іонної батареї, а також роботи всієї системи електрозабезпечення. Для зменшення впливу невизначеностей використовуються інтелектуальні методи прогнозування генерації ФЕС, навантаження і оцінювання стану елементів системи.

Для оцінки ефективності запропонованих методів оптимального керування використовуються еталонні методи, вибрані на основі визначених критеріїв оцінки.

**Література**

1. Kopylova L. O., Baliuta S. M., Mashchenko O. A., 2017. Methods and algorithms of food industry enterprises electrical energy consumption control. Ukrainian Journal of Food Science. Volume 5, Issue 2, pp. 360–370.
2. Weniger, J.; Tjaden, T.; Bergner, J.; Quaschnig, V., 2016. Sizing of Battery Converters for Residential PV Storage Systems”, Energy Procedia, vol. 99, pp. 3–10..

**Інтелектуальна система регулювання напруги в електротехнічних комплексах з ФЕС та накопичувачами енергії****С.М. Балюта, Л.О. Копилова, Ю.В. Куєвда, В.Т. Романюк,  
М.С. Кондрашевський***Національний університет харчових технологій*

Наявність ФЕС та накопичувачів енергії (НЕ) в електротехнічних комплексах (ЕТК) призводить до виникнення вищих гармонік та появи відхилень напруги, що перевищують допустимі значення (ДСТУ: ІЕС 61000-4-30-2010). Необхідний рівень напруги підтримується регулюванням напруги на стороні низької напруги (НН) трансформатора підстанції ЕТК шляхом зміни коефіцієнт трансформації за допомогою електронного перемикача виводів ПБЗ [1], [2] та регулювання потужності конденсаторної батареї. У сучасній практиці переважно реалізується роздільне регулювання напруги за допомогою регулятора напруги трансформатора і регулятора реактивної потужності конденсаторних батарей, що призводить до неузгодженості в роботі окремих регуляторів і виникнення коливань напруги в мережі. Для забезпечення якісного регулювання напруги запропонований метод, що передбачає використання нечіткої логіки для формування керувальних дій регулювання коефіцієнта трансформації трансформатора та реактивної потужності конденсаторної батареї. В якості вхідних змінних використовуються рівень напруги на шинах підстанції, реактивна потужність навантаження, зміна активної потужності навантаження. Вихідними змінними є положення перемикача ПБЗ трансформатора, ступінь конденсаторної батареї, а також час затримки перемикачів ПБЗ трансформатора. В регуляторі використано алгоритм Мамдані в якості алгоритма нечіткого логічного виводу по базі знань (базі правил). Для функції належності безперервних змінних використані трикутна, трапецеїдальна, дзвоноподібна та Z-подібні форми.

Використання запропонованого методу керування забезпечує підтримання нормативних значень напруги та коефіцієнта потужності при зміні генерації потужності генерації ФЕС та зміні реактивної потужності споживачів.

**Література**

1. Hany E.Z. Farag, Ehab F. El-Saadany, (2013). A Novel Cooperative Protocol for Distributed Voltage Control in Active Distribution Systems . IEEE Trans. Power Systems. Vol.28, # 2. p. 1645—1656.
2. Балюта С. М., Копилова Л. О., Корольов Є. О., 2016. Управління напругою в системі електропостачання промислового підприємства. Цукор України. № 3 (123), с. 20—25.
3. Балюта С. М., Йовбак В. Д., Копилова Л. О., Корольов Є. О., 2017. Система керування напругою з нечіткими регуляторами в системі електропостачання промислового підприємства,. Наукові праці НУХТ, т.23, №1, с. 173-181

**Автоматизація корекції цілей в умовах кардинальних змінювань ситуацій в складних технологічних об'єктах керування****В.Д. Кишенько, І.В. Андріюк***Національний університет харчових технологій*

Технологічні комплекси харчових виробництв, в тому числі і спиртового заводу, відносять до складних організаційно-технічних систем. Визначальними властивостями та характеристиками таких систем є: значна кількість різнохарактерних факторів як технологічного, так і бізнесового спрямування; висока ступінь невизначеності; складний, характер поведінки, визваний наявністю явищ *intermittency* (переривчастості), які полягають у чередуванні детермінованих, стохастичних та хаотичних режимів, створюючи необхідні передумови до самоорганізації технологічних процесів [1]. Суттєвою особливістю складних технологічних об'єктів харчової індустрії є наявність різких ситуаційних змінювань конфліктного характеру, які вимагають змінювання цілей керування, згорток критеріїв, варіації їх важливості, пріоритетності. Причому такі змінювання мають надзвичайно складний спектр, як по інтенсивності, так і за характеристиками. Тому в цьому випадку виникає нагальна потреба в автоматизації адекватного і оперативного коригування цілей керування та їх сновних атрибутів.

Модифікація цілей і стратегій при різкій зміні обстановки, як правило, приймається в умовах виникнення нових, часто ще недостатньо певних ситуаціях, іноді за відсутності усталених методів їх генерації, чітких критеріїв їх оцінки та дефіциту часу прийняття рішення. Важливо відзначити, що дефіцит часу в даному випадку не означає, що у пошуках рішення не треба витратити час на аналіз обстановки та формування нових чи модифікованих цілей та стратегій різного типу. Зазвичай у таких випадках швидко реалізують оперативні рішення, а потім у процесі ліквідації кризових явищ шукають методи виходу з кризи. Розглядаються: комп'ютерний моніторинг з аналізом стану підприємства; використання інтелектуальних принципів та методів максимальної реалізації доступної інформації; аналіз причин, що потребують модифікації цілей та стратегій; перевірка ефективності зосередження зусиль для реалізації модифікованих цілей та стратегій, що дозволяють ліквідувати або послабити наслідки криз. Одне із завдань моніторингу – визначення моменту зміни тенденції аналізованого процесу, який може вимагати модифікації управлінських рішень. В цьому сенсі використовувались методи фліккер-шумової спектроскопії, нечітких тенденцій, а також методи нелінійної динаміки, зокрема показники Херста та Колмогорова. Стосовно встановлення пріоритетності та згорток критеріїв застосовували базу знань системи моніторингу.

**Література**

1. Смітюх, Я. В. та Кишенько, В. Д. 2006. Оптимізація управління процесами брагоректифікації. Автоматика. Автоматизація. Електротехнічні комплекси і системи, 2, с. 117–124.

## **Передумови синергетичного керування технологічним комплексом цукрового заводу**

**В.Д. Кишенько, А.С. Горпинченко**

*Національний університет харчових технологій*

Технологічний комплекс цукрового заводу за всіма характерними ознаками відноситься до складних організаційно-технічних систем [1]. Методи стабілізації виробничих процесів харчових виробництв, що застосовуються нині, шляхом оперативного реагування на зовнішні збурення вже багато в чому вичерпали себе. Постає задача створення систем керування технологічними процесами, які пов'язані з розробкою систем саморегуляції, що саме собою є винятково складною проблемою. Аналіз підходів до керування об'єктами подібного класу показує, що необхідна якісна зміна принципів керування та способів організації інформаційного забезпечення процесів керування. Одним з таких інструментаріїв якісного підвищення ефективності забезпечення процесів керування може стати новий метод на основі використання синергетичного ефекту.

Основні ідеї синергетики у проблемах керування полягають у виникненні явищ самоорганізації в об'єктах, а також в забезпеченні переходу від непередбачуваної поведінки системи до цілеспрямованого руху за бажаною траєкторією до атракторів в просторі параметрів порядку, до яких підлаштовуються всі інші змінні динамічної системи. Таким чином, реалізується концепція керування шляхом спрямованої самоорганізації мета – атрактор. Проведені теоретичні та експериментальні дослідження технологічного комплексу цукрового заводу дозволили розкрити механізми виникнення фактів самоорганізації, встановити наявність атракторів в просторі станів об'єкта, виявити параметри порядку, а також провести кількісну та якісну оцінку показників хаосу.

Здійснений аналіз отриманих результатів дозволяє з'ясувати основні правила, які необхідно використовувати при розгляді технологічного комплексу цукрового заводу як об'єкта синергетичного керування, яке забезпечить ефективно його функціонування, забезпечуючи досягнення найвищих кондицій продукції, зниження питомих втрат та витрат енергетичних та сировинних ресурсів. Синергетичний підхід дозволяє сформулювати модель управління його господарською діяльністю, враховуючи принцип нелінійної самоорганізації систем. Практичне значення системно-синергетичної моделі управління підприємством полягає в обґрунтуванні для менеджера вибору одного з багатьох варіантів стратегій керування.

### **Література**

1. Ладанюк, А.П., Решетюк В.М., Кишенько, В.Д. та Смітюх, Я.В. 2014. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу. Київ: Центр учбової літератури.

**Онтологічний аспект інтелектуального синергетичного керування  
технологічними комплексами****Д.О. Крищенко, Д.В. Паньков***Національний університет харчових технологій*

Зважаючи на здатність технологічних процесів харчових виробництв до самоорганізації, доцільно використати синергетичні системи керування. Найбільшу ефективність таких систем керування можна досягти їх забезпеченням інтелектуальними засобами у всьому спектрі прикладних функцій. Інтелектуальне синергетичне керування технологічним комплексом полягає у визначенні нелінійної моделі поведінки системи, яка задає так званій цільовий атрактор та параметри порядку, а також у формування та реалізації способу спрямованої самоорганізації, тобто. спрямованого руху вздовж бажаних інваріантних різноманітностей – атракторів, до яких підлаштовуються й інші змінні динамічної системи. Звідси впливає ідеологія процесів обробки інформації та управління у складних нелінійних динамічних системах. Інтелектуалізація прикладних функцій керування, в тому числі і синергетичного, зводиться до використання знань в різноманітних форматах. Основна роль в описі знань відводиться онтологіям, які використовуються при проектуванні баз знань, створенні експертних систем та систем підтримки прийняття рішень, системах керування [1]. Онтології визначають семантику реального світу, дозволяючи, ґрунтуючись на спільній термінології, пов'язувати інформацію, подану у вигляді, необхідному для комп'ютерної обробки, з інформацією, поданою в зручній для сприйняття людиною формі. Для забезпечення функціонування системи інтелектуального синергетичного керування було розроблено онтологічну модель у середовищі інструментальної платформи PROTEGE. Дана модель дає можливість контролювати наявність усіх необхідних складових частин системи, утворюючи єдиний простір знань для прийняття рішень. На основі цієї моделі сформовано єдиний словник термінів та визначень для всієї системи (ґлосарій). Це дозволяє уникнути ситуацій неоднозначного тлумачення термінів. Набір сутностей предметної області задані онтологічною моделлю верхнього рівня. Ця модель включає концепти "Об'єкт-модель", "Ресурси", а також "Атрактори", "Параметри порядку", "Траєкторія руху", "Лінгвістична апроксимація". Визначені характеристики елементів онтології і описані їх значення. Розроблена система онтологій дозволить забезпечити основу для побудови інтелектуальної системи синергетичного управління технологічними комплексами із застосуванням сучасних методів обробки і аналізу великих обсягів даних та керування з використанням методів штучного інтелекту.

**Література**

1. Стрижак, О. Є. 2013. Засоби онтологічної інтеграції і супроводу розподілених просторових та семантичних інформаційних ресурсів. Екологічна безпека та природокористування, 12, с. 166–177.

## Проектування онтологічних моделей виробничих задач харчової промисловості

Н.М. Луцька

*Національний університет харчових технологій*

**Вступ.** У виробничій сфері харчової промисловості значущим напрямком сучасного розвитку є використання онтологічних моделей. Ці моделі сприяють інтеграції знань та автоматизації процесів, спрямованих на підвищення якості та ефективності виробництва. У даному дослідженні розглядається загальна концепція побудови та застосування онтологічних моделей у вирішенні виробничих задач харчової промисловості.

**Матеріали і методи.** Сучасні підходи онтологічного інжинірингу включають в себе різноманітні методи та інструменти, спрямовані на розробку та управління онтологіями [1, 2]. Онтологічний інжиніринг є процесом, який охоплює створення, розширення, виправлення та управління онтологіями – формалізованими моделями предметних областей, які використовуються для вираження знань.

**Результати.** При розробці онтологічної моделі будь-якої промислової задачі не слід забувати про ієрархію управління виробництвом RAMI (Reference Architecture Model for Industry 4.0). Елементи онтологій можуть бути використані для моделювання та опису об'єктів та функцій на різних рівнях ієрархії RAMI, зокрема онтології можуть визначати концепції фізичних об'єктів, компонентів, функцій та процесів. Також онтології повинні допомагати у створенні зв'язків між різними компонентами системи на рівні компонентів RAMI та уточненні концепцій на рівні функцій. Онтології повинні покращувати семантичну інтерпретацію даних та забезпечувати їх спільне розуміння між різними рівнями ієрархії.

Таким чином, можна виділити основні етапи розробки онтології виробництва:

- визначення основних елементів на рівні Фізичних об'єктів та Компонентів згідно ієрархії RAMI (обладнання, сировину, продукцію та ін.);
- розробка онтологічної моделі Фізичних об'єктів та Компонентів, тобто визначення класів та властивостей для представлення фізичних об'єктів та компонентів на підприємстві, забезпечення відповідності цих класів функціональним рівням Рівня Компонентів у RAMI;
- визначення функцій та процесів на Рівні Функцій та Рівні Процесів відповідно до ієрархії RAMI, включаючи опис дій та взаємодій між різними компонентами;
- розробка онтологічної моделі Функцій та Процесів, тобто визначення класів та властивостей для представлення функцій та процесів на підприємстві, забезпечення відповідності цих класів функціональним рівням Рівня Функцій та Рівня Процесів у RAMI;
- створення загальної онтологічної моделі підприємства, що включає об'єднання розроблених онтологічних моделей на рівні Фізичних об'єктів, Компонентів, Функцій та Процесів в загальну модель;



- розробка онтології задач, тобто визначення класів та властивостей для моделювання завдань на найнижчому рівні загальної онтології підприємства. Ця онтологія повинна відповідати функціональним рівням Рівня Задач RAMI;
- інтеграція з іншими системами, а саме: вивчення та розробка механізмів інтеграції онтології з іншими інформаційними системами на підприємстві, щоб забезпечити взаємодію та обмін даними;
- валідація та тестування, що включає перевірку моделей через тестування на реальних чи симульованих даних, а також перевірку відповідності моделей функціональним вимогам та ієрархії RAMI.

Введення цифрового двійника підприємства (Digital Twin) в процес розробки онтологічних моделей для харчового виробництва та інтеграції з ієрархією RAMI стане важливим елементом для підвищення ефективності та точності моделювання виробничих процесів. Для цього необхідно виконати ряд додаткових процедур:

- визначення цифрового двійника та ідентифікація сутностей та зв'язків, які включають визначення об'єму та функціональності цифрового двійника для харчового виробництва та ідентифікації цих сутностей в онтологічних моделях;
- розробка онтологічних моделей з інтеграцією цифрового двійника, що враховує інформацію з цифрового двійника та відповідність ієрархії RAMI та забезпечує механізми обміну даними між цифровим двійником та онтологічними системами;
- валідація та синхронізація даних між цифровим двійником та онтологічними моделями, при цьому обидва джерела будуть використані для аналізу та оптимізації виробничих процесів.

Поєднання цифрового двійника та онтологічних моделей дасть змогу вирішувати різноманітні завдання (планування, прогнозування, оптимізація). Крім того, можна створити автоматичні механізми для реакції на зміни та оновлення моделей для відображення актуального стану підприємства.

**Висновки.** Запропоновані етапи проєктування онтологічної моделі виробництва дозволяють створити онтологічну модель, яка переплітається з ієрархією RAMI та враховує основні функціональні рівні цієї архітектури. Узгодження цифрового двійника підприємства з розробкою онтологій та інтеграцією з ієрархією RAMI дозволяє створити цілісний та динамічний підхід до моделювання та оптимізації виробничих процесів.

### Література

1. Vlasenko, L., Lutska, N., Zaiets, N., Korobiichuk, I., Hrybkov, S. 2022. Core Ontology for Describing Production Equipment According to Intelligent Production. *Applied System Innovation*, 5(5). P. 98.
2. Alrumaih, H., Mirza, A., Alsalamah, H. 2020. Domain Ontology for Requirements Classification in Requirements Engineering Context. *IEEE Access*, 8. P. 89899-89908.

**Автоматизація процесу валідації методу визначення теплових показників вогнезахисних покривів сталевих конструкцій****М.С. Новак***Національний університет харчових технологій*

Проаналізувавши питання щодо створення необхідних умов для випуску і зберігання продуктів харчування було виокремлено вимоги стосовно забезпечення безпечності цих процесів в умовах надзвичайних ситуацій, пов'язаних з пожежами, які можуть відбуватися в мирний і воєнний часи. Фундаментом такої безпечності є наявність достовірних даних щодо теплових показників вогнезахисних покривів на конструкціях будівель харчової промисловості. На теперішній час для визначення цих показників застосовують стандартизований експериментально-розрахунковий метод [1]. Однак не в повній мірі визначено дані щодо ступеня відповідності цього методу реальним процесам з точки зору можливих цілей його застосування й існуюча процедура його валідації, заснована на проведенні тільки обчислювальних експериментів, має низку недоліків і потребує суттєвої модифікації і повної автоматизації [2]. Тому виправданим є пошук нового підходу до валідації зазначеного методу, здатного шляхом застосування сучасних інформаційних технологій, розроблення математичного, алгоритмічного та програмного забезпечення, автоматизації процесу валідації отримувати достовірні дані щодо ступеня, за якого визначені за цим методом результати відповідають дійсним значенням теплових показників.

В цьому дослідженні запропоновано процедуру валідації методу визначення теплових показників вогнезахисних покривів сталевих конструкцій, засновану на проведенні натурального (валідаційного) експерименту, яка забезпечує автоматизацію процесу валідації і отримання достовірних даних щодо ступеня відповідності результатів, визначених за цим методом, дійсним показникам. Ця процедура складається з таких чотирьох етапів:

– експериментальне визначення температури на металевій поверхні зразків конструкцій (балок, колон завдовжки 1,0 м) з нанесеним вогнезахисним покривом, розташованих в печі на рідкому пальному, в умовах вогневого впливу за стандартного температурного режиму. Кількість цих зразків та їхні параметри є змінними і залежать від передбачуваної сфери застосування результатів визначення теплових показників вогнезахисного покриву (типу конструкції (балка чи колона), профілю сталеві конструкції (суцільна чи порожниста конструкція)) і номеру набору експериментальних зразків, які задають під час валідації. Зразки препарують термопарами, встановлюють у вогневу піч без механічного навантаження і піддають вогневому впливу за стандартного температурного режиму. Під час валідаційного експерименту із використанням пластинчастих термометрів, стрижневих термопар і аналого-цифрових перетворювачів регулюють температуру в печі та вимірюють температуру зразків, а також здійснюють передавання отриманих температурних даних до комп'ютера;

– визначення розрахункових значень теплових показників вогнезахисного покриття за стандартним методом, наведеним в [1]. За отриманими експериментальними даними щодо температури зразків розраховують коефіцієнт теплопровідності вогнезахисного покриття і значення його необхідної мінімальної товщини. Під час цих розрахунків використовують одномірне скінченно-різницеve рівняння теплопровідності і розглядають два альтернативні варіанта, в одному з них коефіцієнт теплопровідності покриття задають змінним (залежним від температури), в іншому – незалежним від температури. Результатами розрахунку теплових показників вогнезахисного покриття є набір даних щодо величини його необхідної мінімальної товщини для різних нормованих значень коефіцієнта поперечного перерізу конструкції, критичної температури і проміжку часу збереженості вогнестійкості сталеві конструкції;

– визначення дійсних (умовно точних) теплових показників вогнезахисного покриття. Під час цих розрахунків використовують математичну модель, яка містить одномірне нестационарне нелінійне рівняння теплопровідності з граничними умовами конвективно-радіаційного теплообміну [3]. Із залученням цієї моделі шляхом розв’язання оберненої задачі теплопровідності й задачі оптимізації здійснюють визначення залежного від температури коефіцієнта теплопровідності вогнезахисного покриття і дійсні значення його необхідної мінімальної товщини;

– визначення відсоткового відхилення між розрахунковими і дійсними значеннями теплових показників та діапазону цього відхилення.

Для практичної реалізації цієї процедури валідації невирішеними є завдання щодо автоматизованого керування температурним режимом в печі та створення програмного продукту, який забезпечує автоматизацію процесу вводу та збереженість вхідних і вихідних даних, необхідних для реалізації процедури валідації, і отримування вихідних даних щодо відсоткового відхилення розрахункових значень необхідної мінімальної товщини вогнезахисного покриття від дійсних та відповідного його діапазону.

### Література

1. EN 13381-4:2013. Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members – Part 4: Applied passive protection to steel members. European committee for standardization. Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels. 2013 CEN. 83 p.
2. Новак, С., Новак, М., 2021. Розроблення автоматизованої процедури валідації методів розрахунку характеристики вогнезахисної здатності покриттів для сталевих конструкцій. Науковий вісник : Цивільний захист та пожежна безпека, 1 (11), с. 3–10.
3. Круковський, П., Новак, С., Поклонський, В., Єременко, С., Фролов, Г., 2021. Оцінка вогнестійкості металевих будівельних конструкцій та вогнезахисної здатності покриттів (розрахунково-експериментальний підхід): колективна монографія. Київ: Вид-во ТОВ "Франко Пак". 148 с.

## Інтелектуальні виробничі системи на основі кіберфізичних виробничих послуг

**Ю.О. Самойленко**

*Національний університет харчових технологій*

**Ю.В. Костюк**

*Державний торговельно-економічний університет*

Історично виробничі системи розроблялися паралельно до жорсткої ієрархічної структури та обмежувалися організацією та експлуатацією відносно ресурсів, що пов'язані із виробництвом. Модель ISA951 класифікує виробничі функції на п'ять логічно розділених рівнів. Перші три системи нижнього рівня відповідають за функціонування операційної технології (OT) та включають апаратне та програмне забезпечення, які контролюють та відстежують фізичні процеси. Функції вищих рівнів третього та четвертого пов'язані із областю інформаційних технологій (IT), що охоплюють управління виробничими операціями (MOM), корпоративними ресурсами планування (ERP). Оскільки IT виробництвом та додатками OT керують розподілено в межах підприємства, їх інтеграція є складною, оскільки традиційні виробничі системи повільно реагують на зміни вимог ринку. Крім того, жорстка архітектура традиційних виробничих систем призводить до труднощів щодо повторного використання або модернізації існуючих виробничих потужностей. Нова тенденція розумного виробництва (SM) дозволяє перетворити виробничі системи на гнучкі та ефективні екосистеми. SM інтегрує новітні інформаційні технології та комунікаційні технології у виробничі системи, які дозволяють реагувати в режимі реального часу на мінливість вимог та умов функціонування заводу. У цьому нова парадигма, Інтернет речей (IoT), цифрова фабрика, технології хмарних обчислень відіграють важливу роль у перетворенні жорсткої ієрархічної структури на гнучку. Підхід до реструктуризації на основі сервіс орієнтованої архітектури (Service Oriented Architecture (SOA)) дозволять зробити виробничі системи розумнішими та гнучкішими. Системи SM на основі SOA використовують модульну конструкцію апаратного та програмного забезпечення з метою об'єднання їх у кіберфізичні виробничі системи (cyberphysical systems (CPS)) задля впровадження парадигми масового налаштування та персоналізації виробництва. Межа між реальною системою виробництва і його кіберпредставлення характеризується надзвичайно високою інформаційною проникністю, таким чином об'єднуючи ці дві системи в унікальну систему – кіберфізичну виробничу систему (Cyber- Physical Manufacturing System (CPMS)) [1].

### Література

1. Shariatzadeha N., Lundholma T., Lindberga L., Sivarda G. (2016) Integration of digital factory with smart factory based on Internet of Things. *Procedia CIRP* 50:512–517. doi: 10.1016/j.procir.2016.05.050

## Синтез нечіткого регулятора системи керування холодильником газу

Є.Ю. Сенченко, Д.М. Складанний

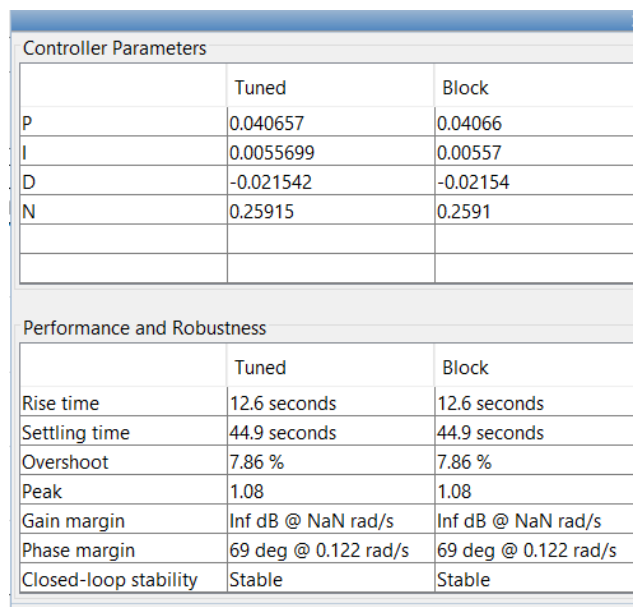
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Інтелектуальні системи керування та аналізу даних – це системи, здатні до «розуміння» і навчання на базі об'єкту керування, збурень, зовнішнього середовища та умов роботи [1]. Одним із важливих елементів таких систем є інтелектуальні. Розглянемо налаштування регулятора для такої системи керування для об'єкту –холодильника газу по каналу «збурення-вихід» [1].

Передатна функція для цього каналу має вигляд рівняння  $w_p = \frac{32.90}{14.59p + 1}$ .

На першому етапі роботи проведемо розрахунок налаштувань ПІД-регулятора, для чого використаємо модулі *Simulink* та *PidTuner* середовища *Matlab* [1]. Коефіцієнти ПІД-регулятора та оцінки якості процесу регулювання наведено на рисунку 1.



Controller Parameters		
	Tuned	Block
P	0.040657	0.04066
I	0.0055699	0.00557
D	-0.021542	-0.02154
N	0.25915	0.2591
Performance and Robustness		
	Tuned	Block
Rise time	12.6 seconds	12.6 seconds
Settling time	44.9 seconds	44.9 seconds
Overshoot	7.86 %	7.86 %
Peak	1.08	1.08
Gain margin	Inf dB @ NaN rad/s	Inf dB @ NaN rad/s
Phase margin	69 deg @ 0.122 rad/s	69 deg @ 0.122 rad/s
Closed-loop stability	Stable	Stable

Рис. 1. . Результат роботи *PID Tuning Toolbox*.

Перехідна характеристика системи з ПІД регулятором буде в подальшому використана як базова для порівняння якості роботи нечіткого регулятора. Для розрахунку початкових налаштувань нечіткого регулятора використаємо модуль *FuzzyLogic Toolbox*. Для побудови лінгвістичних правил використовуємо емпіричні знання фахівців щодо керувальних впливів для варіюванні керованих змінних, запозичених з [2]. У якості вхідних змінних приймаємо температуру навколишнього середовища та витрату теплоносія на вході виражену через ступінь відкриття вентилу регулювання цієї витрати, за вихід – масову витрату регульованого потоку на виході. На рисунку 2 зображені терми для вхідних і вихідних змінних для налаштування регулятора в модулі *FuzzyLogic Toolbox*.

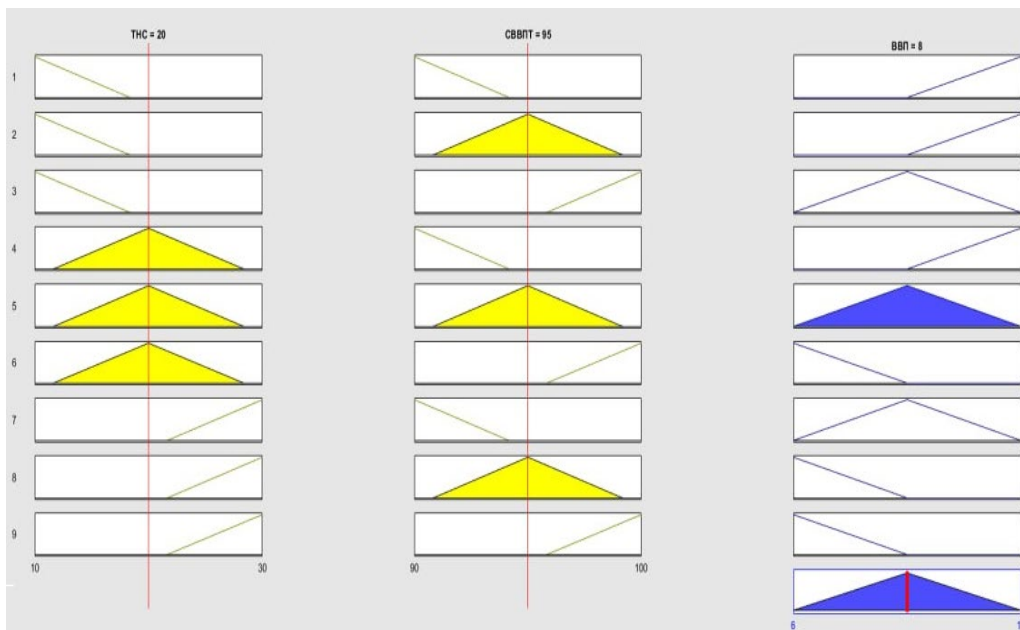


Рис. 2. Правила для налаштування регулятора у *FuzzyLogic Toolbox*  
 Порівняння перехідних характеристик регуляторів наведено на рисунку 3.

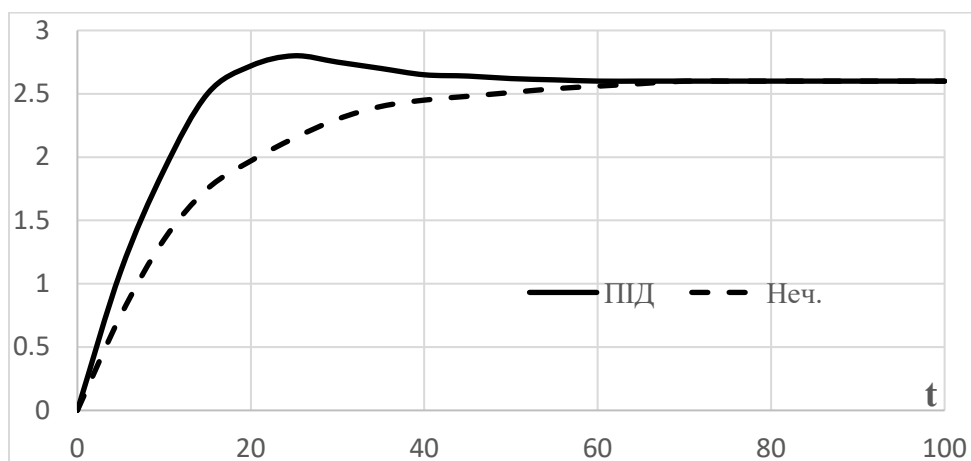


Рис. 2. Перехідні характеристики одержаних регуляторів

Таким чином, аналізуючи перехідну характеристику можна зробити висновок, що перевагою використання у інтелектуальній системі керування та аналізу даних ПД регулятора є більш швидкий (на 10 сек.) вихід системи регулювання на заданий режим, в той же час система з нечітким регулятором не допускає перерегулювання, що може бути більш корисним у значній частині задач.

### Література

1. Жученко А.І., Кваско М.З. та Кубрак Н.А. 2000. Ідентифікація динамічних характеристик. Комп'ютерні методи. Київ: ВІПОЛ
2. Ярощук Л.Д. та Тюріна Є.О., 2022. Експертні методи в автоматизованих системах керування. КПІ ім. Ігоря Сікорського [online]. Доступно: <<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/52551>> [Дата звернення 11 Листопад 2023].

## Інтелектуалізація прийняття рішень при керування складними об'єктами

**Я.В. Смітюх, І.В. Ельперін, Д.В. Паньков**

*Національний університет харчових технологій*

На сучасному етапі побудови систем автоматизованого керування для об'єктів різної складності все частіше використовують методи інтелектуалізації прийняття рішень та алгоритми ефективного керування.

Оскільки в наш час ЕОМ не може здійснювати повне автоматичне керування деякими промисловими і транспортними процесами, то найбільш прийнятним з точки зору розподілення функцій між ОПР і ЕОМ, є застосування і розвиток систем з інтелектуальним керуванням. Це пояснюється наявністю розвинутих програмних засобів для реалізації методів інженерії знань і математичних методів, а також наявністю апаратних засобів взаємодії з технологічним обладнанням.

Інтелектуалізація процесів прийняття рішень перш за все пов'язана з застосуванням методів і засобів інженерії знань, реалізованих в так званих системах підтримки прийняття рішень (СППР). СППР являють собою програмно-апаратні комплекси, що використовують експертні знання для рішень неформалізованих задач у вузькій предметній області.

В кожній з прийняття предметних областей СППР виконує визначені функції і вирішує відповідні задачі. Серед різних задач, що вирішують дані системи є такі: інтерпретація, інтелектуальний аналіз даних [1,2], діагностика, планування, спостереження та керування.

При застосуванні різних методів обробки інформації інтегруються різнотипні програмно-технічні технології в поєднанні з людським фактором. Зазвичай це поліпшує загальну ефективність функціонування системи та дозволяє досягнути ефекту емерджентності при реалізації процесів керування.

В деяких випадках складність об'єкта керування не дозволяє людині приймати правильне і своєчасне рішення, в рамках автоматизованого керування, тому об'єкт умовно розбивають на підоб'єкти, що виконують закінчені технологічні операції. Число операторів, що слідкують і керують процесом при цьому збільшується. Такий підхід підвищує децентралізацію та розширює можливості реалізації різних методів керування.

Вирішення задач інтелектуалізації прийняття рішень дозволить ефективно підвищити техніко-економічні показники функціонування складних об'єктів керування.

### Література

1. Олійник А. О. Інтелектуальний аналіз даних : навчальний посібник / А. О. Олійник, С. О. Субботін, О. О. Олійник. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2012. – 278 с.
2. Шумейко А. А. Интеллектуальный анализ данных (Введение в Data Mining) : учеб. пособ. / А. А. Шумейко, С. Л. Сотник. – Днепропетровск: Белая Е. А., 2012. – 212 с.

## Алгоритм контролю температури та вібрації підшипників машинного агрегату з використанням нечіткої логіки

Д.І. Тюляков

*Національний університет харчових технологій*

З часів релейної автоматики і до наших днів дійшов розповсюджений алгоритм захисту за аварійним та тривалим граничним значенням параметра. Тобто параметр має пороги  $X_1$  (граничний максимум або мінімум) та  $X_2$  (аварійний максимум або мінімум).

Сигнали аварійної зупинки формуються за формулою:

$$\begin{cases} A_1 = TON(X_1, t_1) \\ A_2 = TON(X_2, t_2) \end{cases} \quad (1)$$

де TON – таймер з затримкою включення (затримка переходу від 0 до 1);

$t_1$  – уставка часу для формування захисту по граничному порозу  $X_1$ ;

$t_2$  – уставка часу для формування захисту по аварійному порозу  $X_2$ .

Не зважаючи на однаковий вигляд формули формування сигналів  $A_1$  та  $A_2$ , вони відрізняються за змістом.  $t_1$  – має відносно велике значення, та формує сигнал захисту при збереженні граничного рівня напротязі тривалого часу.  $t_2$  – наближається до нуля, та використовується тільки для фільтрації хибних спрацювань.

Переваги такого алгоритму в можливості використання дискретних давачів та легкості формалізації параметрів при затвердженні технологічної карти уставок. В той же час, в сучасних системах автоматизації все більше надають перевагу аналоговим давачам, які мають набагато більшу інформативність для контролю технологічних процесів. В багатьох системах, з аналогових вимірів програмно формуються дискретні бінарні сигнали  $X_1$ ,  $X_2$  для подальшого використання в алгоритмах.

Розглянемо основні недоліки вищезазначеного алгоритму на прикладі контролю вібрації та температури підшипників машинного агрегату.

Таб. І

Карта уставок контролю температури та вібрації

Параметр	Поріг X1	Час t1	Поріг X2	Час t2
T - Температура, °C	60	120	65	2
V - Середньоквадратичне значення віброшвидкості, мм/с	11,5	3600	18	2

Як було зазначено вище, з Таб. І дуже легко знайти чотири незалежних сигнали аварійної зупинки AT2, AT1, AV2, AV1 за аварійним та тривалим граничним значенням температури та віброшвидкості відповідно. Але вочевидь, що для більш глибокого аналізу можливої аварійної ситуації необхідно розглядати ці два параметра як взаємопов'язані. При пошкодженні підшипника вірогідніше за все відбувається одночасне зростання як температури, так і вібрації. Ще краці



результати при формуванні сигналу «Аварія» можна отримати, якщо врахувати додаткові параметри – навантаження, зміна режиму роботи, тощо. Також, з вищенаведеної карти уставок, можна помітити, що до однакового результату (аварійної зупинки) можуть привести дуже різні ситуації:

- 1) Значення вібрації 12 мм\с на протязі 3600 с, температура підшипника 45 °С
- 2) Значення вібрації 17.9 мм\с на протязі 3600 с, температура підшипника 55 °С
- 3) Значення вібрації 18.1 мм\с на протязі 2 с, температура підшипника 25 °С

Вірогідно, що при експертному детальному аналізі графіків після зупинки машинного агрегату ситуацію № 2 признають затягнутою в часі а ситуацію № 3 хибною. Для уникнення вищенаведених недоліків пропонується перейти від булевої до нечіткої логіки (Рис. 1).

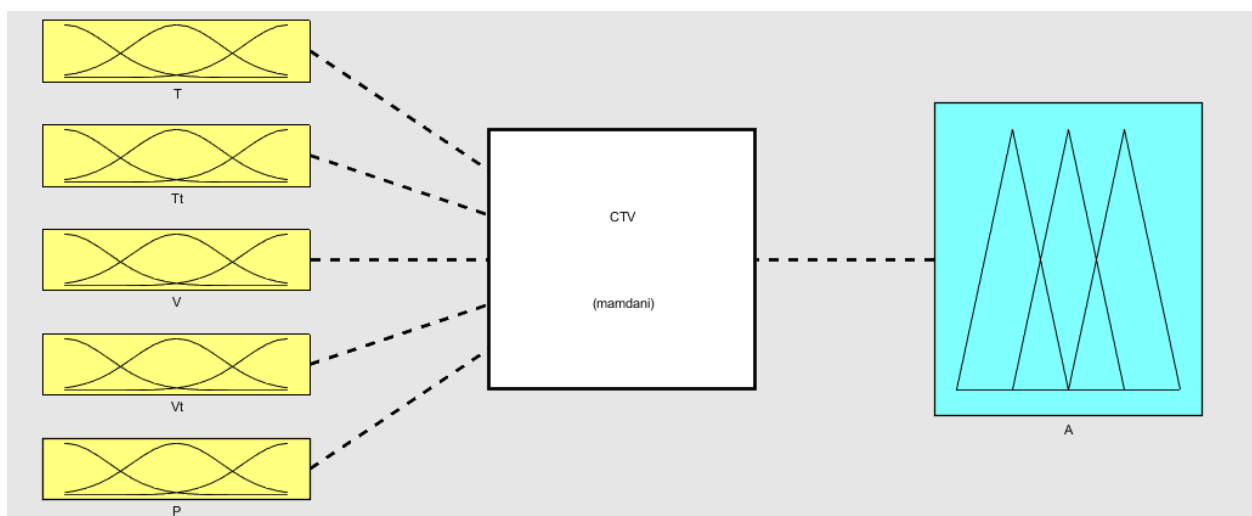


Рис. 1. Схематичне зображення алгоритму контролю температури та вібрації з використанням нечіткої логіки

Входи:

T – поточна температура;

Tt – інтегральне значення часу після досягнення граничного порогу T1;

V – поточне значення віброшвидкості;

Vt – інтегральне значення часу після досягнення граничного порогу V1;

P – додаткові параметри, що впливають на режим роботи машинного агрегату.

Вихід:

A – оцінка аварійної ситуації (потребує додаткової фазифікації)

Для підвищення точності та уникнення небажаної дискретності при прогнозуванні аварійного стану підшипників машинного агрегату ефективним методом є використання алгоритмів нечіткої логіки. В той же час, це ускладнює формалізацію параметрів контролю в карті уставок.

### Література

1. Zadeh, L. A., Yager, R. R. 2012. An Introduction to Fuzzy Logic Applications in Intelligent Systems. Springer US.

**Онтолого-синергетичний підхід до управління виробництвом ентомофагів****І.С. Чернова***Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН України***В.П. Лисенко***Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Екологізація сільськогосподарського виробництва є одним з пріоритетних напрямів агропромислового комплексу України, що безпосередньо пов'язано з використанням біологічних засобів захисту рослин, зокрема, ентомофагів. Виробництво ентомофагів гарантованої якості в штучних умовах біофабрик або біолабораторій з метою подальшого використання в агроценозах потребує застосування сучасних методів обробки знань на базі комп'ютерно-інтегрованих технологій, що обумовлено необхідністю підвищення ефективності процесів його управління. Комп'ютеризація агропромислового виробництва є одним з технічних інструментів державної політики інноваційного розвитку підприємств [1].

Розроблено інноваційну інтелектуальну систему керування виробництвом ентомофага бракон (*Habrobracon hebetor*), структуру якої із використанням програмного середовища Visual Understanding Environment представлено у вигляді онтологічної моделі (рис. 1). Ентомофаг бракон (гусеничний паразитоїд) на сьогодні є перспективним біологічним агентом у боротьбі проти шкідників лускокрилих [2]. Поняття онтології має практичне значення у сферах штучного інтелекту, управління знаннями та розробки складних спеціалізованих інформаційних ресурсів [3]. Структура системи керування є складною, гібридною, ергатичною, поєднує інтелектуальну інформаційну підсистему управління, підсистему підтримки прийняття рішень, експертну підсистему вибору оптимальної стратегії управління, гібридну підсистему підтримки прийняття рішень [4]. База знань інноваційної інтелектуальної системи функціонує на основі результатів власних досліджень і технологічному досвіді фахівців. Теоретичною основою розробки системи були результати наукових досліджень щодо використання інтелектуальних алгоритмів обробки інформації у процесах управління цим виробництвом [5].

Алгоритм керування виробництвом ентомофага бракон (*Habrobracon hebetor*) за допомогою інноваційної інтелектуальної системи керування складається з: класифікації якості ентомологічної продукції за допомогою нейронної мережі прямого поширення сигналу із використанням Artificial Neural Network Scilab; когнітивно-кореляційного аналізу впливу параметрів виробництва на якість ентомокультур із використанням MS-Excel та шкали Чеддока; прогнозування ефективності виробництва із використанням мережі Байєса; автоматизації процесу визначення оптимальної стратегії управління на базі методу аналізу ієрархій Т. Сааті із використанням системи комп'ютерної математики Scilab; структурування знань у вигляді правил, фактів, моделей, онтологічного аналізу процесів виробництва; контролю засобів управління.

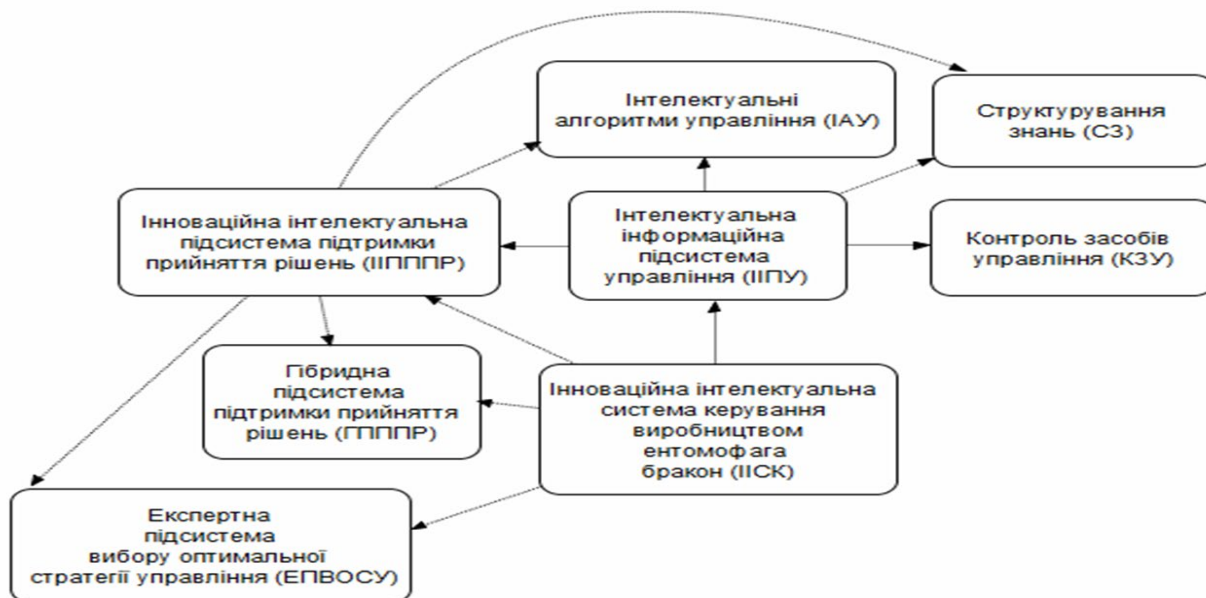


Рис. 1. Онтологічна модель інноваційної інтелектуальної системи керування виробництвом ентомофага бракон

Використання онтолого-синергетичного підходу до управління виробництвом ентомофага бракон підвищує ефективність керування за рахунок інтеграції різномірних знань, автоматизації слабо структурованих завдань; зменшує невизначеності у процесах управління.

#### Література

1. Якобчук, В. та Жмурко, В., 2022. Державна політика інноваційного розвитку підприємств в контексті продовольчої безпеки. Органічне виробництво і продовольча безпека: X Міжнародна науково-практична конференція. Житомир, Україна, 21–22 Квітень 2022. с.76-81.
2. Borzoui, E. and Naseri, B. and Mohammadzadeh-Bidarani, M., 2016. Adaptation of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) to Rearing on *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) and *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Insect Science*, vol. 16, issue 1, pp. 1-7.
3. Сілагін, О.В. та Денисюк, В.О., 2022. Онтологічне моделювання бази знань з організації подорожей. *Ukrainian Journal of Information Technology*, vol, 4, issue 1, pp.44-52.
4. Чернова, І.С., 2023. Компоненти інтелектуального управління виробництвом ентомофага *Habrobracon hebetor*. Інновації у сучасному агропромисловому виробництві: Міжнародна науково-практична конференція. Одеса, Україна, 21–22 Вересень 2023. С. 218-220. Доступно: <<https://biotekhnika.od.ua/uk/diialnist/publikatsii/209-zbirnyk-materialiv-mnprk-innovatsiyi-u-suchasnomu-ahropromyslovomu-vyrobnytstvi>> [Дата звернення 11 Листопад 2023].
5. Лисенко, В.П. та Чернова, І.С., 2021. Інтелектуальне управління виробництвом ентомофагів: монографія. Одеса: Фенікс.

## The Use of Neural Network Controllers in the Process of Sugar Evaporation

M. Hrama

*National University of Food Technologies*

The automatic control system of an evaporation plant can be characterized as a system that requires the intervention of an operator - a technologist who, in the course of his work, makes adjustments to the tasks of the regulators responsible for temperature and material flows. Such adjustments can be explained both by changes in the technological and quality indicators of the components at the inlet of the evaporator station and by the need to change them at the outlet of the section [1]. When making changes to the automation system, the operator must take into account how adjacent sections affect the operation of the evaporator station, as well as the impact of the evaporator station on the operation of adjacent parts of the plant. [2].

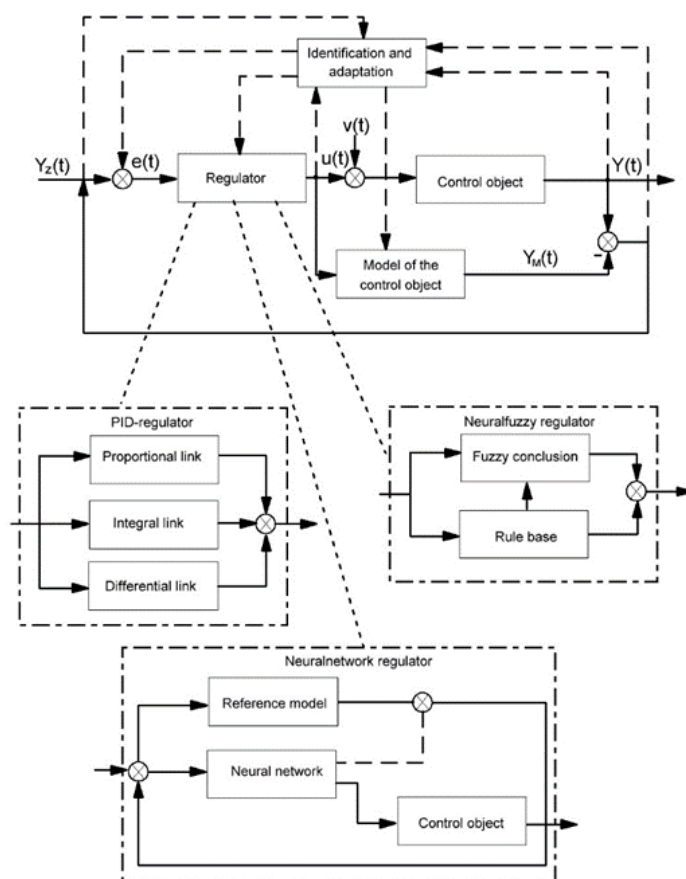


Рис. 1. Figure of the structural scheme of regulation

The analysis of existing evaporation plant automation systems showed that the specified evaporation capacity of the evaporation plant is achieved due to the useful temperature difference between the heating and juice vapor in the buildings, which is ensured by stabilizing the heat difference at the evaporation plant as the difference between the temperature of the solution in the first building and the fifth (concentrator). As the heat difference between the first and the fifth vessel increases, the evaporation process intensifies and becomes more economical. There are many options for

adjusting the levels in the circulation vessels of the evaporator. The simplest ones are upstream level control with outlet blocking and downstream level control with upstream blocking. However, this causes an increase in the unevenness factor of the juice flow. Therefore, systems of smooth action on the outflow and inflow of juice into the machines were developed [3].

To this aim, a structural control scheme was developed, which includes the possibility of forecasting and changing the type of control. The structural diagram of the control is shown in Fig. 1, where  $Yz(t)$  is the task signal,  $e(t)$  is the mismatch between the task signal and feedback,  $u(t)$  is the control signal,  $v(t)$  is the external disturbance,  $Y(t)$  is the output signal, and  $Ym(t)$  is the output signal from the object model.

Such installations consist of several buildings. The primary steam heats the solution entering the first vessel. Then the secondary steam from the first building enters the second building. Since the evaporation process is continuous, and the amount of incoming juice and juice vapor extraction varies over time, maintaining the optimal operation of the evaporation systems is possible only if the evaporation process is automatically controlled [4]. This is due to the fact that the amount of juice entering the evaporator changes over time, and the process itself is continuous. In order to improve the quality of the process, it is necessary to develop an intelligent control system for the evaporation plant using neural network regulators. The use of a neural network controller compared to others will reduce overshoot to 5%, reduce the transient time to 10 seconds, and the number of oscillations before the end of the transient time will be no more than two [5].

Only with automatic control of the evaporation process is it possible to maintain the optimal operation of the evaporation plant, since the evaporation process is continuous, and the amount of incoming juice and juice vapor extraction varies over time. Only the mode that ensures the specified performance of the evaporation station can be considered optimal in this case. This guarantees uninterrupted supply of juice vapor to consumers and the best evaporation conditions.

### References

1. Hrama M., Sidletskyi V., Elperin I. (2019). 'Justification of the neuro-fuzzy regulation in evaporator plant control system', *Ukrainian Food Journal*, 8(4), pp.873–890.
2. Vlasenko L., Lutska N., Zaiets N., Korobiichuk I., Hrybkov S. (2022). 'Core Ontology for Describing Production Equipment According to Intelligent Production', *Applied System Innovation*, 5(5), p. 98.
3. Chu Y., Fei J., Hou S. (2020) 'Adaptive Global Sliding-Mode Control for Dynamic Systems Using Double Hidden Layer Recurrent Neural Network Structure', *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 31(4), pp. 1297–1309.
4. Yang G. R., Wang X.-J. (2020) 'Artificial Neural Networks for Neuroscientists: A Primer', *Neuron*, 107(6), pp. 1048–1070.
5. Zhang D., Lou S. (2021) 'The application research of neural network and BP algorithm in stock price pattern classification and prediction', *Future Generation Computer Systems*, 115, pp. 872–879.

**Комбіновані програмні моделі прогнозування фінансових показників****Є. В. Абрамов**

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

В умовах сучасної економіки актуальність прогнозування фінансових показників зростає через постійні зміни ринкових умов та економічних процесів. Використання комбінованих програмних моделей, що інтегрують різноманітні математичні методи і алгоритми, стає ключовим для підвищення точності та надійності прогнозів. Сучасні програмні засоби, які базуються на штучному інтелекті та машинному навчанні, відкривають нові можливості для аналізу великих даних, виявлення тенденцій та закономірностей у фінансовій сфері, що дозволяє компаніям адаптуватися до мінливих умов та ефективно управляти ресурсами.

У сучасному прогнозуванні спостерігається тенденція використання комбінованих моделей прогнозування, у яких відбувається поєднання прогнозів індивідуальних моделей прогнозування. Virізняють два класи таких моделей прогнозування:

- 1) селективна модель, в якій помилки прогнозів використовуються для формування адаптивного критерію, що дозволяє вибрати з набору моделей в даний час найкращу модель;
- 2) гібридна модель, в якій проводиться об'єднання прогнозів, отриманих за моделями, що входять до набору, з певною вагою залежно від точності цих прогнозів.

Відомості про наявність комбінованих моделей прогнозування в програмному забезпеченні подано в таблиці I. Гібридна модель на основі усереднення прогнозів використовується у програмі STATISTICA при поєднанні прогнозів множини (ансамблю) нейронних мереж.

Таб. I

Комбіновані моделі прогнозування у програмному забезпеченні

<b>Вид комбінованої моделі</b>	<b>IBM SPSS Statistics</b>	<b>STATISTICA</b>	<b>Forecast PRO</b>	<b>Neuro Shell 2</b>	<b>Microsoft Excel</b>
Селективна модель	+	+	+	–	–
Гібридна модель	–	+	–	–	–

Позиціонування комбінованих моделей:

IBM SPSS Statistics — повнофункціональна статистична система, призначена для вирішення дослідницьких та бізнес-завдань за допомогою аналізу даних.

STATISTICA — інструменти для статистичного та графічного аналізу, прогнозування, інтеграції, спільної роботи, web-доступу.

Forecast PRO — програмне забезпечення для розрахунку прогнозів.

NeuroShell 2 — універсальний пакет, призначений для нейромережевого аналізу даних.

Microsoft Excel — потужний інструмент, який використовується для створення та форматування електронних таблиць, аналізу даних та обміну інформацією для прийняття управлінських рішень.

Умови застосування моделей прогнозування залежно від кількості ретроспективних даних, узагальнені за даними різних джерел, полягають у наступному [1]:

- 1) моделі на основі експоненційного згладжування дозволяють обчислювати прогнозні значення за наявності 1-2 спостережень;
- 2) для достовірної ідентифікації регресійних моделей число спостережень має у 6-7 разів перевищувати кількість оцінюваних параметрів при незалежних змінних;
- 3) авторегресійні моделі призначені для прогнозування часових рядів, що мають 50 і більше рівнів;
- 4) на навчання нейронної мережі потрібні сотні спостережень.

Вибір програмного забезпечення для прогнозування економічних показників є складним багатокритеріальним завданням. Адекватний вибір методів прогнозування (і, відповідно, програмного забезпечення) для організацій залежить від багатьох чинників:

- 1) цілей прогнозу;
- 2) горизонту прогнозування;
- 3) кількості наявних ретроспективних даних;
- 4) особливостей даних.

Аналіз сучасних тенденцій щодо прогнозування фінансових показників показує, що вони все більше схилиються до використання саме комбінованих засобів, зокрема тих, що базуються на нейронних мережах. Інтеграція нейронних мереж у комбіновані моделі прогнозування відкриває нові перспективи для аналізу складних даних, забезпечуючи глибше розуміння та виявлення закономірностей, які можуть залишитися непоміченими при традиційних підходах. Використання таких моделей дозволяє не тільки покращити точність прогнозів, але й значно підвищити ефективність управління фінансовими ресурсами компаній. Це, в свою чергу, сприяє швидкій адаптації до змінних умов ринку та оптимізації стратегічного планування.

У майбутньому можна очікувати, що подальше вдосконалення комбінованих програмних моделей та зростання обсягів доступних даних зроблять прогнозування ще більш точним та надійним, відкриваючи нові можливості для фінансового аналізу та стратегічного рішення.

### Література

1. Недашківський Є. (2016) 'Механізми визначення фрактальності у термінах лінгвістичного моделювання', *Техн. науки та технології*, № 3.

2. Хворостянко В. А., Литвиненко Л. Л. (2021) 'Використання нейронних мереж для прогнозування фінансових ринків', *Вісник соціально-економічних досліджень*.

## Застосування нейронних мереж у підтримці осіб із обмеженими можливостями

О. І. Безверхий, В. Є. Луц

*Національний транспортний університет*

У сучасну цифрову епоху технології мають силу змінювати життя, і ніде це не так очевидно, як у сфері штучного інтелекту (ШІ). Одне з найбільш новаторських застосувань ШІ — це нейронні мережі, які можуть кардинально змінити правила життя людей із обмеженими можливостями. Ці потужні обчислювальні моделі імітують роботу людського мозку та пропонують широкий спектр можливостей для покращення доступності, незалежності та загальної якості життя для людей, які стикаються з фізичними чи когнітивними проблемами.

*Розширений зв'язок.* Один із найбільш значних внесків нейронних мереж для людей з обмеженими можливостями – це сфера спілкування. Для тих, хто має такі захворювання, як церебральний параліч або серйозні розлади мови, вербальне спілкування може бути серйозною проблемою. Нейронні мережі в поєднанні з технологією розпізнавання мовлення дозволяють людям передавати свої думки та емоції за допомогою синтезу мовлення. Це означає, що ті, хто раніше покладався на опікунів або допоміжні пристрої, можуть відновити свою незалежність і ефективніше виражати себе.

*Допоміжні пристрої та доступність.* Нейронні мережі започаткували нову еру доступності для людей із обмеженими можливостями. Пристрої, оснащені системами, керованими нейронними мережами, можуть допомогти людям контролювати своє середовище. Для тих, хто має обмежені рухові можливості, розумні будинки можна адаптувати відповідно до їхніх унікальних потреб, дозволяючи їм керувати світлом, приладами та системами безпеки за допомогою голосових команд або простих жестів.

*Освіта та можливості працевлаштування.* Нейронні мережі відкривають двері до освіти та працевлаштування для людей з обмеженими можливостями. Надаючи інструменти для адаптивного навчання, ці системи ШІ допомагають людям отримати доступ до освітнього контенту, адаптованого до їхніх унікальних потреб. Це не тільки покращує їхній освітній досвід, але й підвищує їхні шанси отримати роботу на конкурентному ринку праці. Завдяки правильній технології люди з обмеженими можливостями можуть ефективніше спілкуватися, орієнтуватися в цифровому середовищі та отримувати доступ до навчальних матеріалів, які необхідні для досягнення кар'єрних цілей.

Підсумовуючи, нейронні мережі здатні змінити життя людей із обмеженими можливостями, покращуючи комунікацію, доступність і збільшуючи можливості для отримання освіти та працевлаштування. Оскільки ми продовжуємо розвивати та інтегрувати нейронні мережі в наше повсякденне життя, надзвичайно важливо, щоб ми робили це з глибокою відданістю доступності, інклюзивності та етичним міркуванням.



**Автоматичне визначення сарказму на основі текстів із соціальної мережі X****С. І. Ботвин***Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

В онлайн-розмовах сарказм використовується як один зі способів передати власні думки та емоції, зокрема негативні настрої через емоційно позитивно забарвлену лексику [1].

Проте складність виявлення сарказму, особливо в тексті, може призводити до виникнення непорозумінь. Крім того, сарказм не притаманний лише одній мові, а тому є потреба в розробці систем автоматичного визначення сарказму зокрема й для української.

Так, нами було створено навчально вибірку, яка містить 3795 україномовних саркастичних та несаркастичних текстів, взятих із соціальної мережі X, раніше відомої як Twitter. На основі цієї вибірки було проілюстровано такі ознаки сарказму: гіпербола, пунктуаційні знаки, прагматичні ознаки (емотикони, емоджі, капіталізація), невідповідність, пародіювання російської вимови, де остання ознака характерна саме українськомовним текстам.

Навчальну вибірку було використано для тренування трьох алгоритмів машинного навчання: Random Forest, Multinomial Naïve Bayes, Decision Tree. Зокрема, тренування проводилось як з просто векторизованими текстами, так і з залученням 25 ознак, які включають в себе саркастичні та статистичні ознаки, а також тональність тексту.

Використовуючи тільки векторизацію тексту, найнижчі показники має алгоритм Decision Tree. Алгоритми Random Forest та Multinomial Naïve Bayes за різними метриками отримали найкращі значення. Так, за метриками надійності та точності кращий алгоритм — Random Forest з відповідними значеннями метрик 67,54% та 71,08%. За метриками повноти та міри F1 кращий алгоритм — Multinomial Naïve Bayes із відповідними значеннями 75,81% та 69,84%. Зазначимо, що додавання ознак хоча й змогло покращити результати, але не всіх метрик і не для всіх алгоритмів.

Серед напрямів майбутніх досліджень планується продовжувати доповнювати текстову навчальну вибірку новими повідомленнями, експериментувати з ознаками сарказму (як з їх кількістю, так і з генерацією нових).

Покращити майбутні результати може також оптимізація гіперпараметрів алгоритмів машинного навчання.

### **Література**

1. Ботвин С. І. (2022) 'Автоматичне визначення сарказму в україномовних текстах', *Матер. IX Міжнар. наук.-техн. Internet-конф. «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, м. Київ, 25 листоп. 2022 р., К.: НУХТ, с. 83.

## **Застосування моделей мовленнєвого аналізу як основи інформаційної системи підтримки веб-сайту**

**В. В. Гавриленко, І. О. Бедько**

*Національний транспортний університет*

В епоху цифрових технологій, важливість ефективного обслуговування клієнтів у віртуальному просторі зростає. Моделі мовленнєвого аналізу, такі як системи штучного інтелекту та машинного навчання, відіграють ключову роль у розвитку підтримки користувачів на веб-сайтах. Ось деякі критичні елементи у цьому процесі:

Автоматизація відповідей на запити користувачів: мовні моделі, здатні інтерпретувати та відповідати на звернення користувачів. Таким чином вони значно підвищують ефективність обслуговування, знижуючи час реакції на запити. Вони можуть використовуватися для створення чат-ботів або віртуальних асистентів, які автоматично відповідають на часті питання, звільняючи час співробітників для більш складних задач. Це не лише покращує оперативність відповідей, але й забезпечує доступність підтримки 24/7, незалежно від часового поясу користувача.

Персоналізація обслуговування: використання даних про користувачів (таких як історія покупок, переваги, поведінкові патерни) дозволяє мовним моделям адаптувати відповіді та рекомендації до індивідуальних потреб. Така персоналізація підвищує задоволеність користувачів, оскільки вони відчують, що їхні унікальні запити та вподобання враховуються.

Ефективне управління запитами: системи підтримки на основі мовленнєвого аналізу можуть автоматично спрямовувати користувацькі запити до відповідних відділів або ресурсів, сприяючи оптимізації робочого навантаження та швидшому вирішенню проблем.

Аналітика та звітність: моделі мовленнєвого аналізу допомагають аналізувати запити користувачів для виявлення популярних тем, проблем та можливостей для покращення, що є основою для стратегічного прийняття рішень.

Подолання мовних бар'єрів: моделі мовленнєвого аналізу можуть бути треновані для роботи з різними мовами, роблячи обслуговування доступним для користувачів з різних країн та культур.

Постійне удосконалення: системи на основі машинного навчання адаптуються та вчаться на основі нових даних та відгуків користувачів, забезпечуючи високу якість обслуговування та адаптацію до змінних потреб.

Усі ці аспекти демонструють, як використання Language Models може позитивно вплинути на систему підтримки сайту, забезпечуючи якісне та ефективне обслуговування клієнтів та сприяючи автоматизації відповідей на запитання користувачів. Це стає необхідним кроком для сучасних веб-проектів, які прагнуть надати найкращий досвід користувачам та збільшити свою конкурентоздатність на ринку.

## Моделювання руху з використанням інформаційних систем на основі штучного інтелекту

**В. В. Гавриленко**

*Національний транспортний університет*

**А. О. Блиндарук**

*Харківський національний економічний університет ім. Семена Кузнеця*

У сучасному світі інформаційні системи (ІС) зі штучним інтелектом (ШІ) відіграють ключову роль у спостереженні за об'єктами в різних областях, включаючи безпеку, транспорт, навколишній світ і сучасні наукові дослідження. ІС із ШІ, такі як системи відеоспостереження та моніторинг, забезпечують високу точність і гнучкість у відстеженні об'єктів, що рухаються.

Алгоритми обробки даних та машинного навчання ШІ дозволяють цим системам ефективно виявляти і аналізувати об'єкти за їх візуальними характеристиками [1]. Існує проблема аналізу рухомих об'єктів з великою кількістю перешкод. До перешкод при спостереженні за об'єктами відносять якість і раптову зміну освітлення, велику кількість сторонніх об'єктів в кадрі, зміну форми та положення об'єкта спостереження з часом тощо.

В реальному світі та штучному середовищі рух багатьох об'єктів часто є криволінійним, що вимагає складних методів аналізу. Криволінійний рух з неперервним графіком кривини представляє собою важливий аспект вивчення динаміки руху об'єктів [2]. Для опису такого руху необхідний гнучкий математичний апарат та функції, що гарантують неперервність і можуть визначити об'єкт та описати його складний криволінійний рух протягом детермінованого проміжку часу.

Реалізація математичного представлення криволінійного і неперервного руху об'єкта можлива з використанням ІС, які з допомогою методів ШІ зможуть відстежувати й аналізувати об'єкт спостереження в реальному часі. Покращити результати аналізу рухомого об'єкту також допомагають підходи поєднання методів машинного навчання [3].

Традиційні методи моделювання часто не в змозі точно описати складні траєкторії руху об'єктів.

Одним із надсучасних методів моделювання кривих неперервних ліній складної форми є NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines). Це математична модель, що забезпечує високу гнучкість у представленні як неперервних ліній, так і об'єктів у рухомому середовищі [4].

Математичний апарат NURBS вже зараз увійшов в склад багатьох сучасних інформаційних та CAD-систем. NURBS використовують в розробці такі відомі компанії, наприклад, як Boeing, Airbus, Automobili Lamborghini, Pixar, General Motors, GE Healthcare.

Перевагами для використання NURBS стало те, що цей метод дозволяє детально описувати криві, включаючи криволінійний рух об'єктів з високою точністю. В ІС метод NURBS дозволяє визначити кожен точку неперервної

кривої [5]. Таким чином, якщо використати NURBS для опису траєкторії руху об'єкта, то за допомогою цього методу та ІС із його використанням стане можливим отримувати інформацію про положення певної точки об'єкта під час його руху в часі.

Впровадження в нових ІС із ШІ такого підходу дало б змогу детальному спостереженню за зміною форми об'єкта у кожній точці на протязі відрізка часу спостереження за об'єктом. Такий підхід розширив би можливості вже існуючих ІС для проектування об'єктів та надав би можливість поєднання їх із ШІ для прогнозування, глибокого аналізу та передбачення або відстеження змін.

Використання неперервних функцій NURBS з поєднанням можливостей ШІ у спостереженні за об'єктами дозволить точно моделювати їх траєкторії та передбачати майбутній рух. Такий підхід для визначення руху об'єкта, який спостерігається, включає аналіз руху в реальному часі, що в свою чергу дозволить миттєво реагувати на зміни в поведінці або траєкторії об'єкта.

Інтеграція NURBS з ІС на базі ШІ відкриє нові можливості для вдосконалення процесів спостереження. Це поєднання забезпечує більш точний і гнучкий підхід до відстеження та аналізу руху об'єктів.

Використання ШІ для інтерпретації даних, отриманих з NURBS, дозволить автоматизувати і оптимізувати процес спостереження і моніторинг транспортних потоків, відстеження поведінки диких тварин та комах в природі, індивідуальної поведінки людей у натовпі, аналізі мікро та макроскопічних даних тощо.

Інтеграція сучасних математичних методів проектування кривими, таких як NURBS, із ІС на базі ШІ відкриває широкі перспективи для підвищення ефективності та точності спостереження за рухом об'єктів.

### Література

1. Блиндарук А. О., Шаповалова О. О. (2023) 'Огляд підходів до моделювання рухомих об'єктів за їх поведінкою', *XVII Міжнар. наук. конф. «Ольвійський форум — 2023: стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі»*, м. Миколаїв.

2. Бадаєв Ю. І., Блиндарук А. О. (2014) 'Керування кривою NURBS кривої 3-го порядку за допомогою ваги контрольних вектор-точок', *Водний транспорт*, вип. 3, с. 103–105.

3. Блиндарук А. О. (2023) 'Інтегративні підходи до машинного навчання', *Міжнар. наук. конф. «Економічний розвиток і спадщина Семена Кузнеця»*, м. Харків: ХНЕУ ім. Семена Кузнеця.

4. Бадаєв Ю. І., Блиндарук А. О. (2014) 'Дослідження властивостей NURBS-технологій 3-го, 4-го і 5-го степенів, управління параметрами NURBS-кривих і поверхонь', *Економіко-екологічні проблеми розвитку транспортної галузі в сучасних умовах: міжнар. н.-п. конф.*, Київ: КДАВТ.

5. Бадаєв Ю. І., Блиндарук А. О. (2014) 'Комп'ютерна реалізація проектування криволінійних обводів методом NURBS-технологій вищих порядків', *Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. пр.*, Мелітополь: МДПУ, с. 3–6.

## Технології розроблення прикладних інформаційних систем із використанням штучного інтелекту

**В. В. Гавриленко, А. В. Огарков**

*Національний транспортний університет*

**Н. І. Ляшко, В. С. Ляшко**

*Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України*

Фундаментальним аспектом прогресу у сфері розробки прикладних інформаційних систем є інтеграція інноваційних технологічних рішень, зокрема засобів, що базуються на принципах штучного інтелекту (ШІ). При цьому необхідно зважати на економічну доцільність та потенційні ризики таких нововведень. Сучасна тенденція впровадження інструментарію на основі ШІ у розробку програмних засобів вимагає глибокого аналізу його ефективності та придатності для вирішення специфічних задач у цій галузі.

Технології на базі ШІ відрізняються від звичайних програм завдяки машинному навчанню та аналізу великих даних, що призводить до імовірнісних результатів і можливих помилок. Наразі використання цих технологій у розробці ПЗ вимагає контролю та аналізу результатів із боку людини.

Прикладами таких технологій на основі ШІ є ChatGPT та GitHub Copilot. ChatGPT, розроблений OpenAI здатний генерувати текст на різноманітні теми й відповідати на запитання в контексті людської мови. GitHub Copilot, розроблений у співробітництві GitHub та OpenAI, спеціалізується на генерації коду, пропонуючи рішення для спрощення типових задач розробки. Згідно з опитуванням, проведеним компанією GitHub [1], 88% користувачів Copilot зазначили підвищення власної продуктивності. Проте ці дані мають суб'єктивний характер, що вимагає об'єктивної оцінки через експериментальні дослідження.

В одному з прикладів таких досліджень було задіяно 95 професійних розробників, які були розділені на групи для вивчення впливу використання GitHub Copilot на ефективність роботи. Результати показали, що застосування цього інструменту сприяло збільшенню швидкості виконання завдань на 55.8%, особливо серед менш досвідчених розробників. Проте, важливим є також аналіз якості коду та інших факторів, що впливають на технічний борг та підтримку програмного продукту.

Таким чином, розвиток і впровадження інструментів на базі ШІ при розробленні прикладних інформаційних систем є перспективним напрямом, який потребує додаткових досліджень і аналізу для об'єктивної оцінки їхнього впливу на ефективність та якість розробки.

### Література

1. Kalliamvakou E. (2022) 'Research: Quantifying GitHub Copilot's impact on developer productivity and happiness' [online], *The GitHub Blog*. URL: <https://github.blog/2022-09-07-research-quantifying-github-copilots-impact-on-developer-productivity-and-happiness>.

## Використання штучного інтелекту в діяльності маркетингового відділу ТОВ «Смілапродторг»

М. О. Демченко, О. В. Харкянен

*Національний університет харчових технологій*

У діяльність сучасних підприємств стрімко впроваджуються нові прогресивні інформаційні технології. В роботі розглянуті інструменти штучного інтелекту (ШІ) для використання маркетинговим відділом підприємства ТОВ «Смілапродторг». Дослідження показали, що найбільш ефективними при формуванні маркетингових заходів та залученні клієнтів є наступні інструментальні засоби з технологією ШІ:

- Zoho Analytics — універсальна платформа для бізнес-аналітики, що базується на ШІ. Дозволяє проводити аналіз даних з різних джерел і автоматично генерувати висновки щодо управління запасами, виявлення тенденцій та визначення можливостей для зростання.
- Einstein GPT — генеративний ШІ, спеціально налаштований для використання в Salesforce CRM, що персоналізує кожен контакт із клієнтом. Інструменти Einstein GPT дозволяють створювати індивідуальні прогнози та рекомендації без звертання до фахівців з обробки даних. Einstein забезпечує ефективну роботу з Customer 360 у сферах продажу, обслуговування клієнтів, маркетингу, комерції та опрацюванні даних.
- Midjourney — інноваційна нейромережа, призначена для створення унікальних образів, пейзажів та персонажів, виходячи з коротких текстових описів. Даний сервіс обробляє запити користувачів і генерує якісні зображення на основі використання нейромережевих технологій.

Нині ШІ є однією з технологій яка з часом, ймовірно, стане обов'язковою в роботі маркетингових відділів. Звичайно, співробітники не зможуть повністю покластись на ШІ, але передадуть йому багато рутинної роботи. Грамотне формулювання завдань, якісна взаємодія з чат-ботами під час створення рекламних текстів, післяпроцесинг, вдосконалення отриманої відповіді й остаточне прийняття управлінських рішень залишиться за маркетологом.

Отже, впровадження ШІ та нейромереж у бізнес-процеси маркетингового відділу ТОВ «Смілапродторг» є досить перспективними. Сучасні ІТ дозволять формувати нові стратегії залучення клієнтів, оптимізують процеси діяльності відділу маркетингу і сприятимуть загальному підвищенню ефективності роботи.

### Література

1. Burkov A. (2019). *The Hundred-Page Machine Learning Book*. 141 p.
2. Molnar C. (2019). *Interpretable Machine Learning: A Guide for Making Black Box Models Explainable*. Boca Raton, FL: Chapman and Hall/CRC.

## Використання штучного інтелекту для підвищення стабільності CI/CD процесів при розробленні програмного забезпечення

Д. С. Драгомерецький

*Національний університет харчових технологій*

Нині переважна більшість програмних продуктів, що розробляють організації середнього та великого розміру, має монолітну архітектуру, яка зарекомендувала себе простою в розробленні та підтримці. Для підвищення якості програмних продуктів та зменшення часу постачання нових версій (релізів) кінцевим користувачам використовується підхід автоматизованого модульного й інтеграційного тестування та розгортання (Continuous integration / Continuous delivery, скорочено — CI/CD).

CI/CD-процес монолітних програмних продуктів має свої особливості, пов'язані з великою тестів, на виконання котрих потрібні години, а також необхідність формування черги релізів, використовуючи гілки системи контролю версій через те, що наступний реліз мусить містити в собі зміни з попереднього.

Тому на практиці CI/CD процес розбивають на 2 підпроцеси:

1. Тестування та розгортання гілок кандидатів у реліз (Development Chain)
2. Тестування та розгортання релізів (Release chain)

Цей підхід добре себе зарекомендував і використовується в переважній більшості організацій, проте в разі виявлення дефектів або нестабільних тестів у release chain виникає необхідність скасовувати реліз дефективної гілки та всіх гілок, що знаходяться в черзі за нею, та перезапустити процес без цієї дефективної гілки. Така процедура потребує багато часу та залучення інженерів із різних підрозділів, що призводять до великих втрат часу в цілому.

Оскільки в програмному забезпеченні CI/CD-процесів звіти про виконання тестів зберігаються у форматі XML, їх можливо використовувати разом із алгоритмом штучного інтелекту RandomForest для прогнозування потенційних проблем у release chain. Для цього створюється процес навчання моделі на всіх доступних звітах про дефективні тести з release chain після його завершення та процес перевірки останніх 2–3 звітів із development chain, та якщо прогноз моделі про успішність релізу негативний для гілки з development chain, запуск релізу буде заборонений. Щоб запустити процес релізу знову, потрібно виконати ще декілька ітерацій автоматизованого тестування в development chain, аби підтвердити стабільність гілки.

На практиці рішення дозволяє заощаджувати до 30 годин на місяць для організації, в якій підрозділи розроблення налічують по 100–120 осіб, кількість автоматизованих тестів — від 7 до 20 тисяч, а частота релізів — 4–8 на день.

### Література

1. Merode H. van (2023) *Continuous Integration (CI) and continuous delivery (CD): A practical guide to designing and developing pipelines*. New York: Apress, 435 p.

## Використання штучного інтелекту для генерування опису товарів ТОВ «АТЛ-Автосервіс»

М. І. Дячук, О. В. Харкянен

*Національний університет харчових технологій*

Штучний інтелект (ШІ) — це галузь комп'ютерних наук, що моделює процеси функціонування людського мозку. Впровадження ШІ дозволяє підприємствам покращувати свої продукти та послуги, створювати нові бізнес-моделі та займати ринкові ніші. За даними дослідження Projector AI Lab, близько 60% українських компаній вже користуються інструментами ChatGPT і Midjourney, що свідчить про високий потенціал і перспективи застосування ШІ.

У роботі розглядається одна із задач реалізації функціоналу сайту підприємства ТОВ «АТЛ-Автосервіс» — генерація картки товару на основі існуючих в мережі інтернет даних з використанням ChatGPT.

Картка товару — це сторінка інтернет-магазину, на якій розміщено опис товару або послуги. Здійснюючи покупки в інтернеті, користувач покладається тільки на опис і фото товару або послуги, тому вони повинні бути максимально інформативними, зрозумілими і легкими для сприйняття.

Генерація опису з використанням ШІ включає в себе наступні кроки:

1. Збір і підготовка даних. Збираються дані про товар, такі як його назва, артикул тощо. Ці дані можна отримати з бази/сховища даних або інших джерел.

2. Токенізація. Назва і артикул товару обробляються та розділяються на окремі слова або символи для виявлення структури тексту.

3. Побудова моделі. Будується модель ШІ, яка може генерувати опис товару за його назвою і артикулом.

4. Навчання моделі. Модель навчається на великих масивах даних з вже існуючими описами товарів. Вона обчислює втрати (лоси) між згенерованим текстом і правильним описом і коригує дані, щоб зменшити ці втрати.

5. Генерація опису. Навчена модель генерує опис товару на основі введених назви і артикулу товару. Процес поступово поліпшується з кожним новим випадком використання і здійсненою перевіркою.

6. Перевірка і відпрацювання. Згенерований опис перевіряється і уточнюється контент-менеджером.

Наведений підхід дозволить раціонально використовувати час співробітників ТОВ «АТЛ-Автосервіс» і усуне частину рутинної роботи при формуванні унікального контенту для великої кількості товарів та послуг.

### Література

1. Смерека Є. (2023) 'Штучний інтелект для бізнесу: які завдання здатен вирішувати та в яких галузях допомагає І чи треба боятися його «надможливостей»' [online], *Mind.ua*, 1 бер. 2023. URL: <https://mind.ua/publications/20254126-shtuchnij-intelekt-dlya-biznesu-yaki-zavdannya-zdaten-virishuvati-ta-v-yakih-galuzyah-dopomagaє-i-chi-treba-bojatsya-yogo-«nadmozhlivostey»>

2. OpenAI (2023) *ChatGPT 3.5* [online]. URL: <https://chat.openai.com>.



## **Застосування самоорганізуючих карт для аналізу пасажирських попитів і моделювання патернів поведінки у транспортних системах**

**О. В. Іващенко, С. С. Федін**

*Національний транспортний університет*

У сучасному світі управління транспортними системами стає все більш складним завданням, оскільки для покращення їх ефективності потрібен детальний аналіз широкого спектру даних.

Серед цих даних — зокрема такі:

- інформація про час подорожей;
- частота використання транспортних засобів;
- популярні маршрути;
- показники щоденних, щотижневих чи щомісячних подорожей окремих користувачів.

Із метою ефективного управління та вдосконалення транспортних систем важливо мати чітке уявлення про потреби пасажирів та їхню поведінку.

Одним зі способів аналізу пасажирських попитів та моделювання патернів поведінки є застосування кластерного аналізу, а саме самоорганізуючих карт Кохонена. Цей підхід дозволяє класифікувати пасажирів за їхніми споживчими звичками, що, своєю чергою, допомагає управлінцям транспортних систем у розробці ефективних стратегій обслуговування.

Аналізуючи дані з використанням самоорганізуючих карт, можна ідентифікувати популярні маршрути, часові піки пасажирського попиту, а також виділити різні групи пасажирів за їхніми уподобаннями та потребами. Це сприяє транспортним компаніям оптимізувати розклади руху транспортних засобів, покращити обслуговування на популярних маршрутах, а також вдосконалити системи білетного обслуговування.

Кarti Кохонена також дозволяють передбачати тенденції пасажирського попиту в майбутньому, що забезпечує можливість заздалегідь планувати ресурси та оптимізувати витрати на утримання транспортної інфраструктури.

Крім того, цей аналіз може бути використаний для покращення сервісу, створення нових транспортних послуг та збільшення кількості пасажирів.

Таким чином, застосування самоорганізуючих карт при аналізі пасажирських попитів, а також при моделюванні патернів поведінки в транспортних системах є необхідним елементом для забезпечення ефективного та зручного транспортного обслуговування, що відповідає потребам сучасного суспільства.

### **Література**

1. Montero L., Mejía-Dorantes L, Barceló J. (2023) 'Applying Data Analytics to Analyze Activity Sequences for an Assessment of Fragmentation in Daily Travel Patterns: A Case Study of the Metropolitan Region of Barcelona', *Sustainability*, vol. 15(19), no. 14213, 22 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/su151914213>.

**Про один підхід до реалізації рекомендаційної системи  
на основі узагальненого методу колаборативної фільтрації**

**Є. В. Івохін, О. П. Ковальчук**

*Національний транспортний університет*

**Л. Т. Аджубей, Г. В. Шелякін**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Рекомендації — це спосіб надання пропозицій користувачам релевантних об'єктів, який при цьому враховує інтереси кожної конкретної особи або групи [1].

Історично рекомендаційні системи народилися як відгалуження задач пошуку, яке на сучасному рівні розглядається як засіб підтримки прийняття рішень у різних галузях і сферах діяльності. У пошуку є запит, є контекст (уподобання користувача та його характеристики) і є елементи, які потрібно ранжувати. У рекомендаціях все аналогічно, але запитом виступає сам користувач, його особисті переваги.

Базові методи рекомендацій побудовані на методиці кластерного аналізу. Для формування рекомендацій шукають користувачів, які є близькими за перевагами до «сусідів» у кластері, та усереднюють їх оцінки. Або знаходять об'єкти, схожі на ті, що вже сподобалися користувачеві. Постає завдання відобразити в єдиний векторний простір і користувачів, і об'єкти, щоб мати можливість безпосередньо порівнювати їх схожість. Векторний простір, про який мова йде, зазвичай називають простором «прихованих факторів» (latent factors) або ембеддинги.

У роботі розглянуто методику створення рекомендаційної системи на основі колаборативної фільтрації інформації про користувача (user-based) та порівнянь об'єктів рекомендацій (item-based) [2].

Реалізовано підхід з урахуванням часового фактору та семантичної подібності змін інтересів користувачів. Вдосконалено метод колаборативної фільтрації з використанням часового та семантичних факторів шляхом введення відповідних обмежень на вхідні дані та їх попередньої обробки, що дало змогу використовувати цю модифікацію у різних доменних областях; розроблено відповідне програмне забезпечення, перевірено адекватність запропонованого узагальненого методу, використовуючи набори даних з різних доменних областей.

Підсумовуючи, необхідно зазначити, що в результаті проведених досліджень встановлено ефективність запропонованої модифікації. Розглянуті методики можуть знайти своє застосування в реалізаціях різних сервісів інтернет-речей, стрімінгових сервісів, інтернет-магазинів тощо.

#### **Література**

1. Aggarwal C. C. (2016) *Recommender Systems*, 1<sup>st</sup> ed. Springer Cham, 518 p.
2. Мелешко Є. В. (2018) 'Проблеми сучасних рекомендаційних систем та методи їх рішень', *Системи управління, навігації та зв'язку*, 4(50).

## Штучний інтелект як засіб оптимізації роботи контактних центрів обслуговування клієнтів

Я. С. Калінін, О. В. Харкянен

*Національний університет харчових технологій*

У наш час люди все більше звикають отримувати послуги та відповіді на запити без втручання інших осіб в цей процес. Компанії, у яких не реалізовані інструменти комунікації з використанням штучного інтелекту (ШІ), поступово втрачають позиції на ринку та програють конкурентам. Для великих компаній дуже важливо йти в ногу з часом та надавати своїм клієнтам всі переваги технічного розвитку сьогодення.

Потенціал застосування штучного інтелекту дуже широкий, вже зараз він використовується у багатьох сферах: медицина, фінанси, промисловість, торгівля і, звичайно, побут людини. Як приклад — голосові помічники.

Штучний інтелект досяг значних успіхів у розумінні та обробці людської мови завдяки тісному зв'язку з лінгвістикою та розпізнаванням природної мови. Лінгвістика забезпечує основу для аналізу структури, граматики та семантики мов, тоді як обробка природної мови зосереджується на розробці алгоритмів і моделей, які дозволяють комп'ютерам розуміти та створювати людську мову. Мовні моделі на основі штучного інтелекту, машинний переклад, аналіз настроїв і системи діалогу — це лише деякі приклади плідної співпраці між ШІ та лінгвістикою.

В нашому проекті ми зосередили увагу на вивченні та аналізі ринку методів штучного інтелекту. Актуальність вивчення полягає в тому, що зараз представлено багато різних методів, які мають свої недоліки, основний з яких — надавання недостовірної інформації. Поширення хибних матеріалів або неправдивої інформації в ході консультації може призвести до обману кінцевих клієнтів, що є критичним для компанії Samsung.

На ринку України не так багато компаній наразі використовують ШІ для обробки звернень користувачів.

1. Vodafone — команда компанії пишається, що впроваджений у бізнес-процеси ШІ дозволяє опрацьовувати запити клієнтів в 400 разів швидше.

2. Kyivstar/PrivatBank/Ukrtelecom — має багато скарг від користувачів щодо функціонування ШІ.

3. NovaPoshta — найуспішніша реалізація ШІ в нашій країні. Віртуальний помічник «Єва» дозволяє повноцінно обробляти до 35% звернень користувачів. ІТ-відділ систематично поліпшує та вдосконалює віртуального помічника (для порівняння, в 2021 році «Єва» обробляла до 22% запитів користувачів).

Інтеграція методів штучного інтелекту в роботу контактного центру інтернет-магазину Samsung [1] спрямована в першу чергу на впевнених користувачів персональних комп'ютерів та смартфонів, а також на клієнтів-інтровертів, що надають перевагу комунікації з «не живим» консультантом/оператором.

Для реалізації подібного функціоналу пропонується використання двох методів штучного інтелекту для почергового виконання задач: *метод обробки природної мови та штучний інтелект на основі правил*.

**Обробка природної мови** (англ. Natural language processing, NLP) буде використана для розуміння та інтерпретації людської мови в чат-боті та при обробці дзвінку.

Важливою перевагою цього методу є можливість розпізнавання та інтерпретації людського голосу і тексту різними мовами (англійською, українською, німецькою тощо), що дозволить впровадити ШІ не тільки в українському філіалі, а і в інших країнах.

Використання даного методу покращить зв'язок «клієнт — контактний центр компанії», оскільки зрозумілі та короткі відповіді на запитання будуть додатковою перевагою і спонукатимуть клієнтів до повторних звернень.

**Штучний інтелект на основі правил** – буде реалізовувати метод асоціативних правил (if — then).

Основною функцією методу буде надання відповіді при використанні користувачами наступних каналів зв'язку:

- голосового (підтримка по телефону);
- текстового (чати та e-mail).

Впровадження подібної функції пришвидшить відповіді на часті питання клієнтів та підвищить їх задоволеність сервісом. В перспективі використання даних методів буде доцільним для зменшення витрат компанії на рутинну людську працю.

За допомогою введення ШІ на основі правил компанія матимемо можливість оперативно надавати відповіді на запити клієнтів, попередньо розпізнавши мову за допомогою методу обробки природної мови.

Алгоритм **ідеального** контакту з клієнтом компанії Samsung виглядає наступним чином:

1. *Звернення клієнта (з використанням будь-якого каналу).*
2. *Розпізнавання мови за допомогою методу NLP.*
3. *Відповідь на питання клієнта за допомогою ШІ на основі правил.*
4. *Завершення консультації.*
5. *Оцінка консультації клієнтом.*

У випадку, якщо запит не розпізнаний згідно п. 2 або відсутня відповідь у п. 3 клієнт буде перенаправлений до людини-консультанта.

Важливим інструментом поліпшення роботи ШІ є постійний контроль звернень, що не були опрацьовані одним з методів, для подальшого усунення подібних випадків.

### Література

1. *Samsung* (2023) [online]. URL: <https://www.samsung.com/ua>
2. Russell S., Norvig P. (2021) *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 4<sup>th</sup> US ed. Pearson, 1069 p.
3. Russell V., Murphy-Judy K. (2020) *Teaching Language Online: A Guide for Designing, Developing, and Delivering Online, Blended, and Flipped Language Courses*. Oxfordshire: Routledge, 328 p.

## Проблеми та обмеження використання комп'ютерного зору для збирання даних у футболі

О. О. Кіриченко

*Національний університет харчових технологій*

Використання комп'ютерного зору в футболі є дуже перспективним напрямком, який може відкрити нові можливості для аналізу та покращення гри. Але слід виділити і певні проблеми та обмеження.

Комп'ютерний зір у спорті значною мірою залежить від систем камер для отримання та подальшої обробки спортивних кадрів. Зазвичай декілька камер розміщують поруч із місцем події — наприклад, на боках тренувального поля або на трибунах стадіону під час матчу. Кут огляду, розташування, обладнання та інші налаштування зйомки відрізняються для кожного виду спорту й навіть під час одного матчу. Це створює певну проблему для систем комп'ютерного зору, адже їх також потрібно налаштовувати та пристосовувати до конкретних матчів і стилів зйомки. Отже, нами було виділено наступні проблеми та обмеження використання комп'ютерного зору:

1. Сучасне обладнання недоступне для багатьох спортивних клубів.

2. Камери трансляції часто змінюють панорамування, нахил і масштабування, що створює додаткові проблеми для систем обробки відео комп'ютерного зору при адаптації до динамічно змінних даних, які вони отримують.

3. За певних обставин системам комп'ютерного зору, що обробляють відео, може бути складно розрізняти фон і гравців, гравців і об'єкти, гравців у однаковому одязі та багато іншого.

Якщо з першим пунктом, на жаль, варто змиритися, то інші два, на нашу думку, можна розв'язати або хоча б мінімізувати їхній вплив. Аби запобігти втраті даних про позицію гравців на полі, можна використати розпізнавання ліній розмітки (зазвичай вони білі) та положення гравців відносно них.

Використання алгоритмів сегментації на основі кольору полегшує виявлення зони поля, відстеження рухливих гравців та ідентифікацію м'яча.



Рис. 1. Результат виконання коду

На рис. 1 код визначив лише тих гравців, що перебувають в ігровій зоні.

## Автоматичне виявлення хибних друзів перекладача для української та польської мов

К. С. Кличлієв

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

При вивченні іноземної мови людині можуть значно допомогти знання рідної мови або інших мов, які вона вивчала. Когнати — слова, які мають схоже написання та значення у двох чи більше мовах — допомагають розширити словниковий запас і розуміти тексти чи окремі слова, написані незнайомою мовою. З іншого боку, існують також пари слів, які здаються схожими, але мають різне значення в деяких або всіх контекстах — це так звані хибні друзі перекладача або міжмовні омоніми. Часто хибні друзі вводять в оману людей, що вивчають нові мови, особливо близькоспоріднені, якими є, зокрема, українська та польська, що належать до слов'янської гілки індоєвропейських мов. В українсько-польській мовній парі таких слів безліч, наприклад, *zawód* — завод, *świt* — світ, *sklep* — sklep, *owoc* — овоч, *motłoch* — мотлох, *kit* — кіт, *mecz* — меч тощо.

У дослідження описано етапи створення засобами мови програмування Python датасету та моделі для автоматичного визначення хибних друзів перекладача для української та польської мов. Виявлення міжмовних омонімів та когнатів здійснюється на основі орфографічних та семантичних ознак лексем в обох мовах.

У лінгвістиці немає одностайного визначення терміну «хибні друзі перекладача». Дехто вважає ними повністю ідентичні лексеми двох чи більше мов, а дехто — лексеми, які є ідентичними або ж подібними. У нашому дослідженні ми вважаємо хибними друзями як ідентичні у двох мовах слова, так і ті, що незначно відрізняються, зважаючи на те, що українська та польська мови мають значні морфологічні та фонетичні відмінності та послуговуються різними системами письма: українська — кириличним, польська — латиницею. Частково був врахований суржик і діалектизми. Наприклад, українцю може здатися, що польське «jutro» — це українське «ранок», але насправді це слово означає «завтра».

Автоматичне виявлення хибних друзів перекладача визначається в обробці природної мови (англ. Natural language processing, далі — NLP) як проблема класифікації, яка може бути бінарною (класифікація на когнати та хибні друзі) або ж багатокласовою (класифікація на когнати, часткові когнати, хибні друзі, непов'язані пари слів тощо). Ми беремо до уваги три класи слів: фальшиві друзі, когнати, непов'язані пари слів (такі, що не мають орфографічної подібності, тобто не можуть бути ані когнатами, ані фальшивими друзями).

Першочергово було створено тестувальний датасет. За допомогою технології вебскрейпінгу (англ. web-scraping) було автоматично витягнуто з декількох сайтів українсько-польські лексичні пари. Новостворений датасет містить 876 записів, згрупованих за трьома класами: 0 — когнати, 1 — хибні

друзі перекладача, 2 — непов'язані пари слів.

Далі було спроектовано пайплайн для визначення хибних друзів перекладача. Він є двоступеневим:

1. Виявлення орфографічно подібних слів (омографів), які можуть бути або фальшивими друзями, або когнатами за допомогою метрики Джаро;

2. Класифікація виявлених у попередньому етапі слів на когнати та хибні друзі перекладача за допомогою векторної репрезентації слів.

Подібність Джаро (англ. Jaro similarity) — це метрика, що застосовується в статистиці та комп'ютерних науках для вимірювання відстані редагування (англ. edit distance) між двома послідовностями символів, у NLP — словами чи їх сукупністю. Значення такої метрики може коливатися в межах  $[0;1]$ , де 0 означає, що слова не мають жодної орфографічної подібності, а 1 — що слова орфографічно ідентичні. Складність порівняння українських та польських слів з точки зору орфографії полягає у використанні цими мовами різних систем письма. Тому виникає потреба у стандартизації слів, тобто зведення їх до однієї системи письма, якою був обраний стандартний латинський скрипт (англійський алфавіт). Для такої транслітерації була використана бібліотека Polyglot. Потім було перевірено класифікатор на раніше створеному датасеті. Було встановлено поріг значення подібності Джаро, за якого наш класифікатор найкраще виявляє омографи. Такий поріг становить 0.6, оскільки при такому значенні загальна точність класифікатора є найвищою — 0.92 або 92%.

Для виявлення хибних друзів перекладача використовувалися одномовні вектори `fasttext` для української та польської мов, вирівняні в єдиному двомовному векторному просторі за допомогою сингулярного розкладу (англ. singular-value decomposition, SVD) [1]. Подібність між векторами українських та польських слів визначалася за допомогою косинусної подібності. Якщо відстань між векторами мала, то це означає, що слова, представлені цими векторами, є семантично схожими та навпаки. Подібно до попереднього класифікатора ми встановили поріг значення косинусної подібності, при якому модель найкраще класифікує когнати та хибні друзі перекладача. Такий поріг становить 0,5, оскільки при такому значенні загальна точність нашої моделі є найвищою і складає 87%. Отже, пари слів, вектори яких мають косинусну подібність 0,5 або вище, класифікуються як когнати. Натомість лексичні пари, що мають косинусну подібність 0,49 або нижче, класифікуються як хибні друзі перекладача.

Багатомовний векторний простір виявився ефективним інструментом для розв'язання проблеми автоматичного визначення хибних друзів перекладача для української та польської мов. Предметом подальших досліджень є покращення методу уніфікації українських і польських слів та тестування інших метрик для визначення орфографічної подібності слів, а також подібності векторів.

### Література

1. Babylon Health (2022) Multilingual word vectors in 78 languages [online]. URL: [https://github.com/babylonhealth/fastText\\_multilingual](https://github.com/babylonhealth/fastText_multilingual).

## Інтелектуальні засоби забезпечення ефективності функціонування керованих техногенно-природних комплексів

О. С. Комісаренко, Г. Л. Баранов, Д. В. Булим,  
А. В. Качур, О. В. Цимбаліст

*Національний транспортний університет*

Кожний конкретний техніко-природний комплекс (ТПК) за участі спеціалістів полієргатичних виробничих організацій (ПЕВО). розвивається згідно актуальних проблем та перспективних потреб у сировини та харчових продуктах майбутнього суспільства, які класифікуємо.

Практика ефективних полієргатичних виробничих організацій (ПЕВО) служить базою для багатьох поточних та прогнозних техніко-природних комплексів (ТПК) за майбутнім розвитком складних динамічних систем (СДС) відповідно цілям суспільства.

Відома просторова локальна границя техніко-природних комплексів (ТПК) не обмежує проникнення факторів небажаних впливів середовища на всіх учасників полієргатичних виробничих організацій (ПЕВО) та комунікаційних каналів їх з'єднання з програмно-апаратним забезпеченням (ПАЗ) виконавчими машинами, механізмами, робочими органами.

Задачі досліджу. Якщо більшості елементів складні динамічні системи (СДС) відчувають завжди різноманітні енерго-силові, моментно-ситуаційні фактори гетерогенного впливу нестационарного оточуючого середовища тоді доцільні інтелектуальні засоби функціонування ТПК в real-time режимах.

За цих проблем моделювання складні динамічні системи (СДС), кожен техніко-природний комплекс (ТПК) та особливо його програмована інженерія (технічних, технологічних та інфраструктурних засобів відповідного програмно-апаратне забезпечення (ПАЗ)) повинні бути керованими швидше за все у фазах активного прояву невизначеності Всесвіту.

Інтелектуальні моделі, методи та програмно-апаратне забезпечення (ПАЗ) перспективних систем керування у кризових випадках, обставинах змін, як глобальних наслідків та поточних, локальних завад, збурень, загроз, ризиків складних динамічних системах (СДС) та відкритого для Всесвіту середовища обов'язково повинні подолати проблему стрімкого зростання обчислювальної складності режимів real-time з метою еволюційно отримати раціональну ефективність функціонування різноманітних інтегрованих техніко-природних комплексів (ТПК).

Практика імітаційного моделювання [1] складних динамічних систем (СДС) практично визначили, що за умов бази деталізованого опису динаміки життєвих циклів навантажень та деформацій з реакціями протидії маємо наявні обмеження для відомих техніко-технологічних рішень (ТТР).

Саме такий підхід породжує стрімке зростання  $C_n^m$ , комбінаторної складності вже при моделюванні  $C_{10}^3 < C_{12}^6 < C_{20}^{10}$ ,  $n > 20 = k_1 \cdot k_2 = 4 \cdot s$ ,  $m = 10 < n$ ,



де  $m$  — кількість мінімальних факторів з учасниками – агентами для раціонального обчислення перехідних процесів [1].

Таким чином, керування для полієргатичних виробничих організацій (ПЕВО) які визначають подібні проблеми автоматизації процесів real-time в інтегрованих, ієрархічних, техніко-природний комплекс (ТПК), складні динамічні системи (СДС), гостро потрібні нові цифровізовані методології.

Запропонований науково-методичний апарат базується на комплексних, символічних, аналітичних описах, розв'язках та формуванні необхідних й достатніх інтелектуальних типових програмних модулів (ТПМ) та програмно-апаратне забезпечення (ПАЗ). Інтелектуальні ситуативні символічні асоціативні техніко-технологічні рішення (ТТР) в поточних раніше не обмежує описи формалізованих ситуацій.

Призначення цифровізації — починати розв'язувати з задачі полієргатичних виробничих організацій (ПЕВО) та штучного AIR-інтелекту. Керовані процедури діють, якщо ефективно з урахуванням знання інтелектуальних транспортних систем (ІТС), відображена участь вкладених можливостей над системи, макросистеми та мета системи відносно їх наявного впливу складних динамічних систем (СДС).

Ефективність функціонування керованих технологій з урахуванням квазіперіодичних особливостей станів та фаз розвитку сучасних техніко-природних комплексів (ТПК) залежить від обізнаності експертів полієргатичних виробничих організацій (ПЕВО) завдяки цифровізованим картам: геодезичних точних параметрів полів для обраної діяльності; рельєфних характеристик конкретних локальних зон; розподілу індексів врожайності протягом порядку 10 років; визначення особливостей фізико-хімічних-біологічних властивостей неоднорідних ґрунтів; характеристика біотопної продукції; конкурентоздатності просторово-часових форм подібності інтелектуальних технологічних рішень на власних полях.

### Література

1. Баранов Г. Л., Комісаренко О. С., Прохоренко О. М. (2019) 'Процесні інфологічні моделі в задачах гетерогенної взаємодії складних динамічних систем та нестационарного середовища', *Вісник Національного транспортного університету*, № 1, с. 3–12.

2. Chessell M., Sivakumar G., Wolfson D. et al. (2015) *Common Information Models for an Open, Analytical, and Agile World*. New York: IBM Press, 240 p.

3. Hilbert M. (2012) 'How Much Information is There in the "Information Society"?', *Significance*, vol. 9(4), pp. 8–12.

4. Bawden D., Robinson L. (2008) 'The dark side of information: overload, anxiety and other paradoxes and pathologies', *Journal of information science*, vol. 35(2), pp. 180–191.

5. Russell S. J., Norvig P. (2010) *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 3<sup>rd</sup> ed. Prentice Hall; Pearson, 1153 p.

6. Pave A. (2012) *Modeling of Living Systems: From Cello Ecosystem*. New York: John Wiley & Sons, 620 p.

## Дослідження і використання моделей штучного інтелекту для запобігання природно-техногенним катастрофам

О. Ю. Кривець, О. В. Харкянен

*Національний університет харчових технологій*

За останні роки прогрес в галузі штучного інтелекту та машинного навчання суттєво змінили підхід до прогнозування різноманітних явищ, включаючи екологічні катастрофи. Застосування штучного інтелекту в запобіганні природно-техногенним загрозам дозволяє зробити дослідження більш точним, ефективним та підвищує ефективність організації попереджувальних заходів.

У роботі наведено алгоритм обробки статистичних даних із метою прогнозування екологічних криз на основі використання штучного інтелекту.

На першому етапі використовуючи відкриті електронні ресурси, наприклад, Air Quality Programmatic APIs, створюються інформаційні структури для накопичення та збереження історичних даних про екологічні катастрофи, кліматичні зміни, стан довкілля, географічні дані, дані з датчиків, супутникові зображення місцевості тощо. Очищення та структурування даних здійснюється з використанням процедур розроблених мовою програмування JavaScript.

На наступному етапі, за допомогою мови програмування JavaScript, дані поділяються на дві частини: "навчальний набір" – для навчання моделі штучного інтелекту і "тестовий набір" - для оцінювання результатів її роботи.

В якості моделей штучного інтелекту пропонуються відкриті (Open Source) програмні реалізації моделей GPT-J, LLaMA та інші, основані на математичній моделі глибокого навчання «Трансформер», уперше представлений у 2017 р. Одним із критеріїв вибору моделей штучного інтелекту є можливість їх використання на наявних обчислювальних потужностях. Основним інструментом для роботи з моделями обрано мову програмування Python та бібліотеки transformers, peft, gptq та pytorch lightning.

За допомогою навчального набору даних модель навчиться знаходити зв'язки між вхідними параметрами та вихідними результатами, а штучний інтелект автоматично оптимізує її параметри для досягнення найкращої точності прогнозування. Після навчання модель перевірятиметься на тестовому наборі даних для оцінки точності та ефективності її роботи. При отриманні незадовільних результатів модель буде заново налаштована та перенавчена. Потім буде здійснена оцінка результатів роботи моделі на реальних даних, які раніше не використовувалися для навчання та тестування. Це допоможе переконатися, що модель працює надійно і може давати точні прогнози.

### Література

1. Russell S. J., Norvig P. (2015) *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson, 1168 p. ISBN 978-9332543515.
2. Nilsson N. J. (2013) *The Quest for Artificial Intelligence*. Cambridge University Press, 578 p. ISBN 978-0521116398.

**Труднощі автоматизації процесу визначення  
іменниково-прикметникових словосполучень  
у текстах української мови**

**М. С. Кулдошина, М. П. Костіков**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Лексичний склад мови як сукупність усіх словесних одиниць, які в ній використовуються, є відносно незмінним. Це уможлиблює укладання численних словників, які відображають лексичне різноманіття мов, фіксують значення та семантичні відтінки одиниць.

Вивчення лексичного складу мови знаходить свій логічний розвиток у дослідженні сполучуваності її одиниць. Окремі слова комбінуються та утворюють вищі одиниці — словосполучення, речення та тексти. Порівняно з елементарними, комплексні одиниці є дуже нестійкими, тому до словників зазвичай потрапляють лише окремі їх групи, як, наприклад, стійкі словосполучення, фразеологізми тощо.

Тим не менше, вивчення сполучень іменників і прикметників може становити окремий науковий інтерес, адже такі дослідження дозволяють краще зрозуміти логіку різних мов, їхні спільні та відмінні риси в описі світу [1].

Корпуси пар іменників із прикметниками стали нині доволі поширеними. При реалізації зручного інтерфейсу вони можуть слугувати не лише для мовознавчих досліджень, а й, наприклад, для навчальних [2–3] і творчих цілей.

Саме розроблення подібного застосунку постає центральним завданням нашого проєкту. Користь від таких застосунків беззаперечна, адже вони не лише можуть допомогти людям якнайточніше описати предмети та явища, але також розкривають семантичну багатогранність іменників, із якими вони поєднуються.

Розвиток сфери Natural Language Processing (NLP) значно спростив процес створення словників словосполучень [4]. Зокрема можливим стало накопичення часто повторюваних елементів — словосполучень — і укладання їх у корпуси для подальшого аналізу та роботи з ними.

Для автоматизації процесу визначення та вилучення словосполучень у своєму проєкті ми використали один із небагатьох інструментів, доступних для української мови, а саме метод синтаксичного аналізу залежностей. Він наявний у бібліотеці Stanza [5], яку було розроблено спільнотою Stanford NLP Group.

Зазначений метод буде зі вхідного речення деревоподібну структуру слів, яка відображає синтаксичні зв'язки між ними [6]. Таким чином, проаналізувавши текст за конкретним кодом відношення залежностей, ми змогли укласти корпус словосполучень, які відповідають цьому коду в аналізованому тексті.

Проте при опрацюванні текстів слід брати до уваги і труднощі автоматизованого визначення словосполучень, що виникають із українськими текстами. Так, скажімо, зібравши за кодом «amod» корпус усіх прикметниково-іменникових словосполучень у певному тексті, ми стикнулися з кількома проблемами.

По-перше, у процесі застосування Stanza для аналізу текстів української мови виникли певні труднощі через обмеженість використаного бібліотекою корпусу слів. Деякі залежності між лексемами не завжди були визначені точно, що призвело до включення зайвих словосполучень із іншими частинами мови до корпусу, а також до неправильного визначення прикметниково-іменникових пар.

По-друге, на якість аналізу залежностей суттєво вплинув вільний порядок слів у реченнях української мови та структура речень. Попри хороші результати методу синтаксичного аналізу залежностей, продемонстровані для простих неускладнених речень, під час роботи зі складнішими художніми текстами Stanza припускалася значної кількості помилок. Так, зокрема, аналізатор стабільно визначав як елемент прикметниково-іменникового словосполучення лише один із однорідних прикметників, а також пропускав відокремлені члени речення.

Отже, зазначені аспекти потребують подальшого дослідження та вдосконалення для забезпечення високої точності та достовірності аналізу. Крім того, задля підвищення ефективності системи потрібна її адаптація до особливостей української мовної структури.

Тим не менше, попри всі перелічені труднощі, автоматизація визначення словосполучень в українських текстах залишається актуальним напрямком дослідницької роботи. Виділення таких конструкцій сприяє розумінню семантики тексту та покращує якість автоматичного аналізу текстів. Окрім того, цей процес є важливим етапом у розвитку прикладних систем, серед яких машинний переклад, інтелектуальний пошук тощо.

Предметом подальших досліджень є підвищення якості роботи системи для мов із вільним порядком слів.

### Література

1. Culbertson J., Schouwstra M., Kirby S. (2020) 'From the world to word order: Deriving biases in noun phrase order from statistical properties of the world', *Language*, vol. 96, no. 3, p. 696–717. DOI: <https://doi.org/10.1353/lan.2020.0045>.

2. Merryman C., Miller K., Chu G. (1976) 'Backward recall of noun-adjective and adjective-noun paired associate lists', *Bulletin of the Psychonomic Society*, vol. 8(5), pp. 377–378.

3. Костіков М. П. (2016) *Інформаційна технологія підтримки процесу навчання граматики іноземної мови у ВНЗ*: дис. канд. техн. наук, 05.13.06, К.: НУХТ, 160 с.

4. Nivre J. (2010) 'Dependency Parsing' [online], *Language and Linguistics Compass*, 4/3. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1749-818X.2010.00187.x>.

5. Stanford NLP Group (2023) *Stanza – A Python NLP Package for Many Human Languages* [online]. URL: <https://stanfordnlp.github.io/stanza/>

6. Stanford NLP Group (2020) *Dependency Parsing* [online]. URL: <https://stanfordnlp.github.io/stanza/depparse.html>.

## Можливості застосування комп'ютерної лінгвістики у військовій справі

М. С. Кулдошина, М. П. Костіков

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

На сьогоднішній день інформаційні технології активно використовуються у військовій справі. Застосування різноманітних апаратних і програмних засобів допомагає як військовим, так і цивільному населенню, захищаючи людей і рятуючи їхні життя в умовах війни [1].

При цьому однією з галузей інформаційних технологій, яка нині найбільш стрімко розвивається, є штучний інтелект. Феномен штучного інтелекту в сучасному світі важко переоцінити. Він уже знайшов своє застосування фактично в усіх сферах людського життя.

Не менш популярним виявилось і застосування штучного інтелекту в лінгвістичній сфері, відоме як *natural language processing* (опрацювання природної мови, скорочено — NLP). Обидві інновації закріпились і стрімко адаптуються й до військової сфери.

Сама по собі наука про мову вже віддавна стає в пригоді та вміло застосовується військовими експертами. Так, у Сполучених Штатах Америки окремих підрозділ розвідки вже майже століття готує фахівців-мовознавців і перекладачів на інтенсивних мовних курсах. Ці курси мають спеціальну навчальну програму, яка покриває широкий спектр як мовних, так і культурних аспектів [2].

Злиття ж мовознавства, математики та інформатики, з якого повстала галузь комп'ютерної лінгвістики, знайшло ще більше можливостей застосування у військовій справі.

По-перше, з'явилась можливість підсилити лінгвістичну сферу, а саме напрямки навчання та перекладу. Так, наприклад, системи NLP серед іншого дозволили створити ефективні інструменти для автоматизованого перекладу великих обсягів текстів, що є надважливою задачею у військових операціях, де доступ до точної та швидкої інформації може визначати успіх поставленого завдання [3].

По-друге, застосування NLP уможливило аналіз великих обсягів текстової інформації для виявлення та передбачення загроз. Технології автоматизованого опрацювання природної мови пришвидшили аналіз текстових даних із різних джерел, виявляючи ключові шаблони та ідентифікуючи потенційні небезпеки.

Зараз це вміло використовують OSINT-фахівці [4], а також інші дослідники, які працюють із великими обсягами текстів. При цьому вони аналізують не лише матеріали, надані військовою розвідкою, але й супутні контексти з доступних онлайн-ресурсів [5, 6].

По-третє, з використанням NLP з'явилась можливість розробляти інноваційні системи моніторингу та розвідки, які спрощують збір, аналіз та розпізнавання інформації з текстових та аудіальних джерел [7]. Це допомагає військовим визначати можливі стратегії захисту від ворожих дій та підсилювати

безпеку.

Отже, комп'ютерна лінгвістика може використовуватися для аналізу величезних обсягів текстуальної інформації, розвідування та гарантування безпеки. Застосування її у військовій справі відкриває нові перспективи для підвищення ефективності комунікації, розвідки та прийняття стратегічних рішень.

На основі розроблених напрацювань у сфері NLP уже впроваджуються технології опрацювання природної мови для розуміння та класифікації текстової інформації, для розрізнення суттєвих даних і надлишкових, а також для виявлення закономірностей у людських комунікаціях. Це збільшує оперативність і точність прийняття важливих рішень на різних етапах військових операцій.

Таким чином, у наш час NLP стає все важливішим та потужнішим інструментом для сучасних військових фахівців. А залучення комп'ютерних лінгвістів і аналітиків даних до розвідки дозволяє розв'язувати все ширший ряд завдань.

Використання NLP не лише підвищує ефективність військових операцій, але й забезпечує стратегічну перевагу, дозволяючи оперативно реагувати на зміни в ситуації та адаптувати стратегії в реальному часі.

### Література

1. Gladka M., Kuchansky A., Kostikov M., Lisnevskyi R. (2022) 'A model of the application of IoT devices based on RFID to ensure the safety of the military and civilian population under war conditions', *Information technology and implementation*, Nov. 30 – Dec. 02, 2022, Kyiv, Ukraine, pp. 269–278.
2. Nakamura K. Y. (2020) 'Military Intelligence Service Language School' (2023) [online], *Densho Encyclopedia*. URL: [https://encyclopedia.densho.org/Military\\_Intelligence\\_Service\\_Language\\_School](https://encyclopedia.densho.org/Military_Intelligence_Service_Language_School).
3. Cropp M. U. (2010) *Computational Linguistics in Military Operations*: Master of Operational Studies thesis [online]. Quantico, VA, USA: United States Marine Corps School of Advanced Warfighting. URL: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA536664.pdf>.
4. Noubours S, Pritzkau A., Schade U. (2013) 'NLP as an essential ingredient of effective OSINT frameworks', *Military Communications and Information Systems Conference (MCC)*, 7 p.
5. Noubours S., Hecking M. (2012) 'Automatic exploitation of multilingual information for military intelligence purposes', *Communications and Information Systems Conference (MCC), 2012 Military*, 8 p.
6. Sufi F. (2023) 'Social Media Analytics on Russia–Ukraine Cyber War with Natural Language Processing: Perspectives and Challenges' [online], *Information*. URL: <https://doi.org/10.3390/info14090485>.
7. Holm R. R. (2017) *Natural Language Processing Of Online Propaganda As A Means Of Passively Monitoring An Adversarial Ideology*: thesis [online]. Monterey, CA, USA: Naval Postgraduate School, March 2017, 87 p. URL: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD1045878.pdf>.

**Модифікований алгоритм розпізнавання об'єктів на зображеннях****І. І. Кучер**

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Зазвичай нейронна мережа включає в себе вхідний шар, кілька шарів прихованої інформації та вихідний шар. Зображення, яке обробляється цією мережею, подається у вигляді масиву значень пікселів. У даній нейронній мережі використовується функція активації ReLU.

Алгоритм згорткової нейронної мережі можна описати так:

1. Зображення передається до згорткового шару, який виконує операцію згортки, отримуючи згорткову карту.
2. Згорткова карта піддається функції активації ReLU, отримуючи зрізану карту ознак.
3. Зображення обробляється прихованими шарами, які використовують функцію пулінгу і виконують ідентифікацію частин зображення. Приховані шари теж виконують функції, що дають дані передбачення для вихідного шару.
4. Вихідний шар отримує дані з прихованих шарів та робить передбачення нейронної мережі.

Проблема виникає з технічних факторів, таких як шум у зображенні чи низька якість камери. Для вирішення цієї проблеми потрібно більше даних для тренування моделі. Модифікація алгоритму включає аугментацію існуючих зображень за допомогою таких операцій, як поворот, зміна розширення, додавання шуму та віддзеркалення.

Запропонована модифікація включає в себе віддзеркалення та зміну розширення зображень перед обробкою. Потім модифіковані зображення обробляються нейронною мережею, що тренується на оригінальних та аугментованих зображеннях. Це підвищує точність та згадування моделі. Точність розраховується за формулою (1):

$$\frac{True_{positive}}{True_{positive} + False_{positive}} \quad (1)$$

**Література**

1. Biswal A. (2023) 'Convolutional Neural Network Tutorial. Lesson 13 of 32' (2022) [online], *SimpliLearn*. URL: <https://www.simplilearn.com/tutorials/deep-learning-tutorial/convolutional-neural-network>.
2. Gad A. F. (2020) 'Evaluating Deep Learning Models: The Confusion Matrix, Accuracy, Precision and Recall' [online], *Paperspace*. URL: <https://blog.paperspace.com/deep-learning-metrics-precision-recall-accuracy>
3. Warudkar H. (2020) 'Prediction using Neural Networks' [online], *Express Analytics*. URL: <https://www.expressanalytics.com/blog/neural-networks-prediction>.
4. NNART (2020) *What is Data Augmentation in a CNN? Python Examples* [online]. URL: <https://nnart.org/what-is-data-augmentation-in-a-cnn>.

**Електронний засіб навчання японської мови:  
проектування системи автоматичної генерації  
мнемонічних технік для запам'ятовування ієрогліфів**

**О. С. Ларіонов, М. П. Костіков**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Економічний та технологічний гігант, яким є Японія, висловив політичну та гуманітарну підтримку Україні у війні проти РФ. Тому розвиток українсько-японських відносин на сучасному етапі є дуже перспективним та важливим вектором — у тому числі у сфері лінгвістичної освіти.

Українська японістика має свої здобутки (в. т. ч. варті уваги видання катедри мов і літератур Далекого Сходу та Південно-Східної Азії при Навчально-науковому інституті філології КНУ імені Тараса Шевченка). Проте саме прикладних розробок у сфері вивчення японської мови для українськомовної аудиторії майже немає.

Серед доступних нині електронних засобів навчання японської мови можна згадати мобільні додатки Duolingo та Monoxer. Однак вони не реалізують всього потенціалу та мало звернені до специфіки труднощів, з якими можна зіткнутися при вивченні саме японської мови.

Наразі в контексті більш широкого проектування застосунку вивчення японської мови для українськомовної аудиторії ми маємо на меті в цій роботі описати концепт одного з можливих аспектів такої системи, а саме генерацію мнемонічних технік для запам'ятовування ієрогліфів.

Канджі (яп. 漢字) — ієрогліфічне письмо, запозичене в японській мові з Китаю в V–VI ст. Це одна з трьох традиційних систем японської писемності, яка використовується в сучасній мові для запису основ слів у іменниках, прикметниках і дієсловах. Стереотипно саме ця система є найбільш складною для опанування частиною як японської, так і китайської мов. Через це вважаємо за актуальне докладніше дослідити прикладний аспект вивчення саме цього типу письма [1].

Мнемоніка (мнемотехніка) — це сукупність будь-яких методів створення (штучних) асоціацій для полегшення запам'ятовування певного роду інформації. Мнемотехніка є дуже доречним способом вивчення канджі через специфіку структури цих ієрогліфічних знаків: кожен складний знак складається з більш простих компонентів, які мають закріплене за собою семантичне значення [2].

Таких компонентів традиційно виділяють 214 одиниць. Деякі з них використовуються в канджі самі по собі, а деякі лише у складі більш складних знаків. Компонент канджі, що привносить значення в безпосередню семантику знака, називають радикалом, а інші компоненти можуть і не бути логічно пов'язані зі значенням, а натомість виконувати інші функції (наприклад, бути фонетичною підказкою або просто архаїчним утворенням).

Однак мнемотехніки не обов'язково мають брати за основу справжню етимологію канджі. Достатньо створити вдалу штучну асоціацію, яку легко



запам'ятати та відтворити. Наприклад: 意[ідея] = 音[звук] + 心[серце]. Мнемотехнікою до цього канджі може слугувати наступне речення: «Звук твого серця — це ідея».

Метою дослідження є створення системи на базі штучного інтелекту, що отримуватиме на вхід символ-канджі, а на виході виводитиме речення українською мовою. Це речення обов'язково повинно містити певним чином синтаксично поєднані значення компонентів і значення самого канджі.

Для досягнення цієї мети при реалізації завдань нам необхідно мати наступні датасети.

1. Словник радикалів (із урахуванням їхніх графічних варіацій у структурі знаку) з указанням їхньої семантики українською мовою. Такий датасет може бути укладено вручну на основі англomовної бази з огляду на відносно невеликий обсяг (214 одиниць із можливим розширенням за окремих випадків).

2. Японсько-український словник ієрогліфів у вигляді електронної бази даних. Стандарт канджі повсякденного вжитку, запроваджений урядом Японії, включає рівно 2131 знак. Однак база може бути розширена і до більш специфічних одиниць.

3. Тренувальна база канджі з указанням їхнього поділу на компоненти. У вільному доступі наявний датасет RADKFILE/KRADFILE від Electronic Dictionary Research and Development Group [3].

4. База для тренування текстової моделі.

Передбачені особливості системи також повинні включати наступне:

- мнемонічні речення мають містити значення компонентів, поєднані зі значенням канджі (бажано за певними передбаченими шаблонами за принципом актуального членування речення) з мінімальним включенням сторонніх компонентів, необхідних для синтаксичної зв'язності;
- можливою є повторна генерація речень, підбір найкращого варіанта та врахування полісемії.

Потенційно розроблення подібної системи також може бути адаптовано до систем вивчення традиційної китайської мови за умови під'єднання іншого словника. Адже обидві мови мають однаковий список компонентів ієрогліфів, однак самі значення ієрогліфів можуть зазнавати значних семантичних зсувів.

### Література

1. Костевич Н. С., Літінська О. Ю. (2018) *Канджі сінкоо 1 / Японська ієрогліфіка 1*: навч. посіб. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 115 с.

2. Bodnaryk R. P. (2000) *Kanji Mnemonics: An Instruction Manual for Learning Japanese Characters*. Winnipeg (Manitoba, Canada): Kanji Mnemonics, pp. 1–14.

3. Breen J. (2021) 'RADKFILE/KRADFILE' [online], *Electronic Dictionary Research and Development Group*. URL: <https://www.edrdg.org/krad/kradinf.html>.

## Аналіз використання штучного інтелекту під час війни

О. М. Літошко, О. П. Андріюк

*Національний університет харчових технологій*

Штучний інтелект (ШІ) передбачає використання комп'ютерних систем для виконання завдань, які зазвичай потребують людського інтелекту, планування чи міркування. Збройні сили більшості країн вкладають значні кошти у ШІ, і вже є приклади використання ШІ на полі бою для допомоги в прийнятті рішень або як частини систем озброєння.

Є три основні сфери, в яких розробляється ШІ для використання його під час війни:

1. Інтеграція в системи зброї, зокрема автономні системи зброї.
2. Використання в кібер- та інформаційних операціях.
3. Систем підтримки прийняття рішень.

Автономні системи озброєнь — це будь-яка зброя, яка вибирає та застосовує силу до цілей без втручання людини [1]. Людина активує автономну зброю, але вона не знає конкретно, кого або що вона буде вражати, ні точно, де та/або коли цей удар відбудеться.

Це пов'язано з тим, що автономна зброя використовує датчики та програмне забезпечення, і після аналізу даних, які надійшли від датчиків, вона сама вирішує, чи атакувати об'єкт, чи ні. Наприклад, це може бути форма військової машини або рух людини. Удар викликає транспортний засіб або об'єкт, а не користувач. Така зброя за певних умов може стати недостатньо контрольованою та непередбачуваною [2].

Система підтримки прийняття рішень — це будь-який комп'ютеризований інструмент, який може використовувати програмне забезпечення на основі ШІ для проведення аналізу при прийнятті рішень під час бойових дій. Ці системи збирають, аналізують і об'єднують джерела даних, аби, наприклад, ідентифікувати людей або об'єкти, оцінити моделі поведінки, виробити рекомендації щодо військових операцій або навіть зробити прогнози щодо майбутніх дій або ситуацій.

Наприклад, систему розпізнавання зображень ШІ можна використовувати, щоби допомогти ідентифікувати військові об'єкти шляхом аналізу записів, зроблених дроном, а також інших потоків розвідки, щоби рекомендувати цілі для військових. Іншими словами, ці системи ШІ можна використовувати для прийняття рішень про те, кого або що атакувати та коли. Системи на основі ШІ можуть інформувати військових про прийняття рішень щодо використання ядерної зброї.

Важливим є те, що ШІ може змінити принципи захисту від кібератак, а також методи проведення таких кібератак. Наразі основні методи захисту від кібератак такі:

- силосність і сегментація мережі;
- антивірусний захист та антималварна оборона;

- резервне копіювання та відновлення даних;
- системи виявлення та відповіді на інциденти (SIEM);
- актуалізація та патчі;
- сильна аутентифікація та авторизація; навчання персоналу;
- моніторинг та аналіз журналів; шифрування даних;
- розвивання політик безпеки.

Системи з можливостями ШІ та машинного навчання можуть використовуватись для виявлення загроз та інтелектуального аналізу, автоматично шукати вразливості у ворожих системах для використання, а також виявляти слабкі місця у власних системах. Автоматизована реакція на інциденти може допомагати в реагуванні на кібератаки автоматично, вживаючи заходів для ізоляції загроз та відновлення нормальної роботи систем.

Використання машинного навчання для аналізу великих обсягів даних допоможе в прогнозуванні майбутніх загроз та розвитку ефективних стратегій протидії. Глибоке навчання та розробка узагальнених алгоритмів для виявлення зловмисної активності допоможе виявляти складні патерни та асоціації у великих об'ємах даних, що дозволить швидше реагувати на нові, раніше невідомі загрози. ШІ також може допомагати в ідентифікації та виявленні дезінформації та соціального інженерінгу в мережі.

Інформаційна війна давно стала частиною конфліктів. Цифрове поле бою та ШІ змінили спосіб поширення інформації та дезінформації. Системи з підтримкою ШІ широко використовуються для створення підробленого контенту — тексту, аудіо, фотографій і відео — який дедалі важче відрізнити від справжньої інформації. Не всі форми інформаційної війни включають ШІ та машинне навчання, але ці технології змінюють характер і масштаб маніпулювання інформацією, а також наслідки в реальному світі.

Використання ШІ та машинного навчання має важливі гуманітарні, правові, етичні та безпекові наслідки [3]. З огляду на швидкий розвиток ШІ, який інтегрується у військові системи, вкрай важливо, щоб оцінювались конкретні ризики для людей, зберігався ефективний людський контроль і проводилась постійна оцінка використання ШІ, включаючи машинне навчання, для завдань або рішень, які можуть мати серйозні наслідки для життя людини. Юридичні зобов'язання та етична відповідальність не повинні бути передані машинам і програмному забезпеченню.

### Література

1. ICRC (2023) *What you need to know about artificial intelligence in armed conflict* [online]. URL: <https://www.icrc.org/en/document/what-you-need-know-about-artificial-intelligence-armed-conflict>.
2. Kryvenko P. (2022) 'Artificial Intelligence in the Russian-Ukrainian war' [online], *New Geopolitics*. URL: [www.newgeopolitics.org/2022/06/13/artificial-intelligence-in-the-russian-ukrainian-war](http://www.newgeopolitics.org/2022/06/13/artificial-intelligence-in-the-russian-ukrainian-war).
3. Scharre P., Horowitz M. C. (2018) 'Army of none: Autonomous weapons and the future of war' [online], *International Affairs*, vol. 94, is. 5, September 2018, pp. 1176–1177. URL: <https://doi.org/10.1093/ia/iyy153>.

## **Вивчення потенціалу штучного інтелекту в аналізі супутникових зображень**

**О. М. Літошко, О. П. Андріюк**

*Національний університет харчових технологій*

Аналіз супутникових зображень є життєво важливим інструментом для різних галузей промисловості, урядів і дослідників у всьому світі. Він надає цінну інформацію про земну поверхню, дозволяючи краще приймати рішення в таких сферах, як сільське господарство, міське планування, боротьба зі стихійними лихами та використовується для аналізу руйнувань від військових конфліктів. З появою штучного інтелекту (ШІ) і машинного навчання потенціал аналізу супутникових зображень експоненціально зростає, що відкриває нові можливості для використання цієї технології.

Одним із найважливіших досягнень в аналізі супутникових зображень стала розробка алгоритмів ШІ, здатних швидко й точно обробляти величезні обсяги даних. Ці алгоритми можуть аналізувати зображення з набагато вищою роздільною здатністю, ніж традиційні методи, дозволяючи виявляти тонкі зміни на поверхні Землі, які раніше могли бути непоміченими.

Методи машинного навчання також зіграли вирішальну роль у покращенні аналізу супутникових зображень. Навчаючи алгоритми на великих наборах даних позначених зображень, моделі машинного навчання можуть навчитися розпізнавати закономірності та особливості на супутникових зображеннях, наприклад різні типи земного покриву або наявність певних об'єктів. Ця здатність автоматично класифікувати та ідентифікувати об'єкти на супутникових зображеннях має багато застосувань, від моніторингу стану рослин до розпізнавання стану зруйнованості будівель.

Глибоке навчання значно покращило аналіз супутникових зображень, дозволивши розробляти більш складні та точніші моделі. Згорткові нейронні мережі (CNN), тип архітектури глибокого навчання, виявилися особливо ефективними в аналізі супутникових зображень. CNN можуть автоматично вчитися розпізнавати особливості на зображеннях без необхідності ручного маркування, що робить їх ідеальним інструментом для аналізу великих наборів даних супутникових зображень.

Інтеграція штучного інтелекту та аналізу супутникових зображень також призвела до розробки нових інструментів і платформ, які роблять цю технологію більш доступною для ширшого кола користувачів. Наприклад, Google Earth Engine — це хмарна платформа, яка дозволяє користувачам отримувати доступ до супутникових зображень і аналізувати їх за допомогою алгоритмів ШІ.

Окрім підвищення точності та ефективності аналізу супутникових зображень, ШІ також відкрив нові можливості для співпраці між різними зацікавленими сторонами. Обмінюючись даними та алгоритмами, організації можуть співпрацювати для вирішення глобальних проблем, таких як зміна клімату, продовольча безпека та реагування на стихійні лиха[1]. Наприклад,

Глобальне партнерство для даних сталого розвитку (GPSDD) — це ініціатива, спрямована на покращення доступності та використання супутникових зображень та інших джерел даних для сталого розвитку шляхом сприяння співпраці між урядами, підприємствами та громадянським суспільством.

Незважаючи на значний прогрес у штучному інтелекті та аналізі супутникових зображень, все ще є проблеми, які потрібно подолати. Однією з головних перешкод є доступність високоякісних маркованих наборів даних для навчання моделей машинного навчання. Крім того, є питання щодо етичного використання супутникових зображень і штучного інтелекту, особливо з точки зору конфіденційності та спостереження[2].

Виявлення об'єктів на супутникових знімках є дуже складним завданням з різних причин, включаючи низьку піксельну роздільну здатність об'єктів і виявлення дрібних об'єктів на великомасштабних супутникових знімках. Виявлення об'єктів на супутникових знімках пов'язане з багатьма проблемами, такими як варіації класів, множинне розташування об'єктів, велика дисперсія розмірів об'єктів, освітлення та щільне тло. Виявлення об'єктів має багато застосувань у галузі штучного інтелекту та комп'ютерного зору, включаючи зір роботів, безпеку, спостереження та доповнену реальність. Виявлення об'єктів має дві категорії. Перший тип виявлення - це пошук загальних категорій, а другий - пошук конкретних об'єктів [3].

Підсумовуючи, інтеграція штучного інтелекту в аналіз супутникових зображень розкрила новий потенціал для цієї технології, уможливаючи більш точний і ефективний аналіз поверхні Землі[4]. Оскільки алгоритми штучного інтелекту продовжують розвиватися та стають більш доступними, аналіз супутникових зображень відіграватиме дедалі важливішу роль у вирішенні глобальних проблем та інформуванні про прийняття рішень у різних секторах. Долаючи проблеми, що залишилися, і розвиваючи співпрацю між зацікавленими сторонами, можна використовувати весь потенціал ШІ в аналізі супутникових зображень на благо суспільства.

### Література

1. Gorelick N., Hancher M., Dixon M., Ilyushchenko S., Thau D., Moore R. (2017) 'Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone', *Remote Sensing of Environment*, vol. 202, 1 Dec. 2017, , pp. 18–27.
2. Osco L. P., Lemos E. L. de L., Goncales W. N., Ramos A. P. M., Marcato J. Jr. (2023) 'The Potential of Visual ChatGPT for Remote Sensing', *Remote Sensing of Environment*, vol. 15(13), 3232. URL: <https://www.mdpi.com/2072-4292/15/13/3232>.
3. Tahir A., Munavar H. S., Akram J., Adil M., Ali S., Kouzani A. Z., Parvez Mahmud M. A. (2022) 'Automatic Target Detection from Satellite Imagery Using Machine Learning', *Sensors*, vol. 22(3), p. 1147. URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/3/1147>.
4. Petitjean F. (2018) *Automatic analysis of satellite image time series: technical report*, 24 May 2016. Defense Technical Information Center, Monash University Clayton, Australia. URL: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD1057269.pdf>

**Наукові проблеми створення та застосування штучного розуму для забезпечення ефективного застосування рою безпілотних літальних апаратів у системі управління екологічною безпекою**

**О. А. Машков, Т. С. Оводенко**

*Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління*

**К. Є. Мухіна**

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**В. І. Присяжний**

*Національний центр управління та випробувань космічних засобів*

У роботі визначено наукові проблеми створення та застосування штучного розуму для забезпечення ефективного застосування рою безпілотних літальних апаратів у системі управління екологічною безпекою. Формалізовано алгоритми розумного управління (методи та критерії оптимізації) при вирішенні конкретних прикладних завдань застосування зграї рухомих об'єктів: метод рою частинок, мурашиний алгоритм, бджолиний алгоритм, штучна імунна система, алгоритм сірих вовків, алгоритм гравітаційного пошуку, алгоритм альтруїзму, алгоритм інтелектуальних крапель води, стохастичний дифузійний пошук, багаторозумна оптимізація.

Підвищення достовірності оцінки та прогнозу ситуацій при керуванні розумом на основі систем штучного розуму досягається з використанням нового підходу до обробки інформації, що базується на розвитку концепції «м'яких обчислень». Цей підхід передбачає використання теоретичних принципів, що дозволяють раціонально організувати обчислювальну технологію обробки даних, а також формалізувати потік інформації у мультипроцесорному обчислювальному середовищі.

Для створення технології опрацювання інформації в інтелектуальній системі підтримки прийняття рішень (СППР) запропоновано інформаційну модель інтегрованого середовища підтримки прийняття рішень. Парадигма обробки інформації в інтелектуальній СППР ґрунтується на розглянутих принципах, використання яких орієнтоване на нові покоління мультипроцесорних обчислювальних середовищ з урахуванням реальних даних про ситуацію в районі застосування рою: принцип відкритості та складності, принцип конкуренції, принцип формалізації нечіткої інформації в мультипроцесорному обчислювальному середовищі, принцип складності, принцип нелінійної самоорганізації. В рамках рекомендацій та перспектив подальшої розробки штучних інтелектуальних розумних систем слід зазначити, що отримані результати можуть бути використані для забезпечення керування багаторозумних мобільних комплексів (наземних, повітряних, морських).

Реалізація технологій розумної робототехніки при застосуванні безпілотних літальних апаратів передбачає розробку та впровадження ефективних розумних роботів. Авторами розглянуто особливості забезпечення функціональної

стійкості групового застосування безпілотних літальних апаратів. Запропоновано напрями впровадження парадигми самоорганізації в роєвій робототехніці. Розглянуто проблеми впровадження технології керування роєм безпілотних літальних апаратів.

Проведений аналіз свідчить, що значні досягнення роєвої робототехніки пов'язані з прогресом, досягнутим з використанням інноваційних технологій. Наприклад, нові матеріали, біогібридні рішення та нові способи зберігання та передачі інформації допоможуть вирішити деякі поточні проблеми, пов'язані з апаратним забезпеченням роїв роботів. Розробка методів штучного інтелекту, зокрема алгоритмів розподіленого навчання, які вимагають обмежених обчислень дозволить роєм роботів поступово збільшувати свою автономність.

Рої повинні будуть забезпечити ефективність, що зараз є головною проблемою для всієї галузі робототехніки і штучного інтелекту, їхня складність може бути збільшена великою кількістю автономних об'єктів та їх численними взаємодіями один із одним, що є типовим для робототехнічних систем.

Окремі завдання забезпечення екологічної безпеки району спостереження можуть не вимагати координації чи співпраці між роботами. Подібні аспекти є фундаментальними в інших сферах застосування, таких як цивільний захист, де необхідність протистояти природним або антропогенним катастрофам вимагає гнучкості перегляду плану дій.

Проблема керування роєм визначається необхідністю керування станом працездатності рою (визначення та усунення дефектів в інфраструктурі рою). Так, наприклад, космічні місії можуть бути успішно вирішені роєвою робототехнікою. Роботи, яких відправляють у космос, не можуть бути легко відремонтовані чи замінені. Однак робототехніка рою зосереджена на застосуванні самодіагностування, використанні резервних систем. При цьому відмова одного з роботів викликає лише можливе погіршення продуктивності рою зі збереженням функціональних можливостей (забезпечення функціональної стійкості).

Нові шляхи децентралізованого підходу пов'язані з можливим коригуючим втручанням людини-оператора в діяльність рою, зміна мети відповідно до нових завдань.

### Література

1. Бондар О. І., Машков О. А., Присяжний В. І., Оводенко Т. С., Печений В. Л. (2023), 'Парадигма обробки інформації в інтелектуальній інформаційній системі для підтримки прийняття рішень в галузі екологічної безпеки', *Екологічні науки*, К.: ДЕА, вип. 4(49), с. 144–152.

2. Машков О. А., Абідов С. Т., Іващенко Т. Г., Оводенко Т. С., Печений В. Л. (2023) 'Особливості екологічного прогнозування за допомогою штучних інтелектуальних систем підтримки прийняття управлінських рішень', *Екологічні науки*. К.: ДЕА, вип. 1(46), с. 168–174.

3. Шевченко О. І. (2003) *Актуальні проблеми теорії штучного інтелекту*. К.: ІПШІ, Наука і освіта, 228 с.

4. Васильєв В. І., Шевченко О. І. (2000) *Штучний інтелект: Формування та впізнання образів*. Д.: Дон. ДНДІ, 360 с.

## Дослідження та розроблення підсистеми інтелектуальної підтримки користувачів сайтів закладів освіти

О. О. Нижник, С. В. Грибков

*Національний університет харчових технологій*

Нині інформація на веб-сайтах закладів освіти часто оновлюється. Пов'язано це з реформуванням освіти на загальнонаціональному рівні та з виходом різних наказів на рівні самого закладу. Часто інформацію на таких сторінках не оновлюють, а додають як новий розділ, чим іще більше заплутують невідготовленого користувача. Так збільшується навантаження на персонал закладів освіти, адже користувачі, які не можуть знайти відповіді на свої питання, звертаються з ними до людей, які оперують цією інформацією. Ми пропонуємо використовувати чат-бот як сучасну та корисну технологію для автоматизації комунікації з користувачами через текстові повідомлення.

Автори виділяють 3 основні проблеми, з якими стикаються користувачі сайтів. По-перше, це складна ієрархія сайту: багато сайтів освіти мають складну структуру та багато розділів, що може бути заплутано для відвідувачів, особливо новачків. По-друге, це інформаційний надмір: сайти освіти часто містять велику кількість інформації, що може бути важким для розуміння користувачів. По-третє — потреба в персоналізації: кожен студент або батьки можуть мати свої унікальні питання та потреби, і чат-бот може допомогти в цій персоналізації.

Серед виділених проблем можна виокремити причини з яких впливає важливість створення чат-бота.

**1.** Спрощення навігації: чат-бот може виводити користувачів на потрібну сторінку або надавати інформацію, необхідну для їхнього запиту, швидше та ефективніше;

**2.** Відповіді в реальному часі: чат-бот може відповідати на запитання користувачів у режимі реального часу, що зменшує час очікування та покращує задоволення користувача;

**3.** Персоналізований підхід: чат-бот може адаптувати відповіді до потреб кожного користувача, надаючи індивідуальні рекомендації та інформацію;

**4.** Зменшення навантаження на персонал: чат-бот може відповідати на стандартні запитання, звільняючи людей від монотонних завдань;

**5.** Покращення задоволення користувачів: забезпечення легкості взаємодії на сайті освіти покращує загальне враження користувачів і сприяє їхньому зацікавленню в навчанні в конкретному закладі освіти.

Враховуючи все це, створення чат-бота є доцільним для закладів освіти, адже таке рішення розв'яже всі наявні нині проблеми. Створення чат-ботів для сайтів закладів освіти може бути важливим кроком у полегшенні доступу до інформації та підвищенні якості освіти. Вони можуть допомогти подолати ієрархічні труднощі й забезпечити ефективнішу та індивідуалізовану підтримку користувачів.



## Використання ChatGPT для забезпечення індивідуальної освітньої траєкторії

А. В. Огарков, Л. В. Харитонова, В. В. Поляков, К. В. Довженко  
*Національний транспортний університет*

Згідно з Законом України «Про освіту», студенти мають право на індивідуалізацію своєї освітньої траєкторії [1]. Особливо це актуально для спеціальностей інженерії програмного забезпечення та комп'ютерних наук, де потреби в технологіях різняться в залежності від професійного напрямку. Реалізація цього права часто ускладнюється обмеженими можливостями стандартних навчальних програм та вибіркового дисциплін. Результатом є зменшення мотивації та залученості студентів у процес навчання, особливо на старших курсах. Ця проблема може бути вирішена за допомогою створення інформаційної системи, що інтегрує інструменти на основі штучного інтелекту, для персоналізації навчального процесу.

Одним з прикладів таких інструментів є ChatGPT, розроблений компанією OpenAI, що здатний опрацьовувати контекст завдань людською мовою [2]. Відповідно, цей інструмент може бути використаний для персоналізації навчального матеріалу та надання швидкого зворотнього зв'язку. Це особливо ефективно у технічних дисциплінах, де потрібен аналіз програмного коду. Інтеграція такого інструменту дозволить студентам отримувати детальний зворотній зв'язок щодо їх робіт, сприяючи кращому розумінню помилок та шляхів їх виправлення. Також це дозволить викладачам зосередитися на більш складних аспектах навчання, звільняючи їх від рутинної роботи з написання типових коментарів до типових помилок у роботах студентів.

Ефективне впровадження систем на основі штучного інтелекту, таких як ChatGPT, вимагає підготовки користувачів до роботи з такими системами. Ключовим аспектом є вміння правильно формулювати запити та інтерпретувати отримані відповіді. Студенти та викладачі повинні бути навчені основам роботи з штучним інтелектом, зокрема розумінню його можливостей та обмежень. Це включає здатність оцінювати достовірність інформації, яку надає система, та використовувати її як допоміжний, а не єдиний інструмент навчання. Також, треба враховувати питання конфіденційності та безпеки даних. Однак, успішне впровадження такої системи значно підвищить ефективність навчального процесу, надаючи студентам важливий досвід та знання, необхідні для їх професійного розвитку. Правильне застосування цих систем може значно покращити процес навчання, зробивши його більш гнучким та адаптивним до індивідуальних потреб студентів.

### Література

1. Верховна Рада України (2017) *Про освіту*: Закон України від 5 вересня 2017 року № 2145-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>.
2. OpenAI (2022) *Introducing ChatGPT* [online]. URL: <https://openai.com/blog/chatgpt>.

## **Аналіз можливостей використання нейронних мереж у виявленні комп'ютерних атак**

**В. О. Остапенко, Ю. А. Гладка**

*Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана*

Постійний розвиток і широке використання Інтернет приносить користувачам мережі численні переваги в багатьох аспектах, однак в той самий час питання мережевої безпеки стає дедалі актуальнішим. Виявлення різних типів мережевих атак стає основним викликом у цій сфері, а застосування нейронних мереж для забезпечення кібербезпеки та виявлення вторгнень є перспективним напрямом.

Нейронна мережа — це модель машинного навчання, розроблена для імітації функцій і структури людського мозку.

Застосовуються різні типи алгоритмів глибокого навчання для виявлення атак. Методи, засновані на керуваному навчанні, часто дають високу точність завдяки великій кількості інформації, яку надають марковані вручну зразки.

Без достатньої кількості знань з маркованих даних методи, засновані на некерованому навчанні, як правило, мають низьку продуктивність. Гібридні методи зменшують кількість навчальних вибірок і зберігають відносно високу продуктивність, що підходить для вирішення ситуацій з різними варіантами атак.

У некерованому навчанні розглянемо декілька методів. Автокодері — це тип нейронних мереж, які використовуються для вивчення представлення даних шляхом кодування їх у складний вектор, а потім декодування для відтворення оригінальних даних. Цей процес може бути використаний для виявлення аномалій та атак, оскільки автокодері можуть виявити невідповідності між вхідними та відтвореними даними.

Метод на основі мережі глибоких переконань може бути використаний для виявлення аномалій у мережевому трафіку або системних логах. Шляхом навчання на «здорових» даних, модель може визначати аномальні патерни, які можуть вказувати на потенційні атаки.

Два основних підходи в цьому контексті — обмежені машини Больцмана та нейронні мережі з зворотнім поширенням.

Генеративна змагальна мережа є одним із найперспективніших методів неконтрольованого навчання, запропонованих в останні роки. Основна ідея ґрунтується на концепції гри з нульовою сумою: генератор і дискримінатор тримаються в постійній конкурентній взаємодії. Генератор стає кращим у створенні реалістичних даних, тоді як дискримінатор розвивається, намагаючись розрізнити їх. Це приводить до покращення якості як з генерації, так і з розпізнавання.

У керуваному навчанні розглянемо метод на основі згорткових нейронних мереж. Він використовується для виявлення незвичних вхідних або вихідних шаблонів, а згорткові шари можуть розпізнавати конкретні риси атак, такі як певні сигнатури пакетів або специфічні аномалії, що допомагає в класифікації

типів атак. Глибока структура дозволяє ієрархічно аналізувати дані на різних рівнях абстракції, що може бути корисним для виявлення складних атак.

Зауважимо, що вихід враховує лише вплив поточних вхідних даних, не беручи до уваги інформацію з попереднього часу. Залучаючи залежні від часу дані, рекурентні методи на основі нейронних мереж розроблені з функцією «пам'яті» для збереження попереднього вмісту. Вони розширюються за допомогою LSTM (Long Short-Term Memory) і GRU (Gated Recurrent Unit).

Серед інших, гібридних методів розглянемо два приклади.

**1.** Гібридний метод на основі автодокерів та глибоких нейронних мереж для виявлення шкідливого коду використовує автокодер для виділення ключових ознак шкідливого коду та глибокі нейронні мережі для класифікації отриманих ознак.

**2.** Гібридна GAN-DNN модель — це підхід, який використовує генеративні змагальні мережі для генерації адверсарських прикладів (спеціально створені вхідні дані, які призначені для введення в оману моделі машинного навчання), які потім використовуються для навчання глибокої нейронної мережі. Ця стратегія має на меті покращити стійкість DNN до нових типів атак.

Вражаюча здатність штучних нейронних мереж виявляти повторювані зв'язки в даних пов'язана з тим, як мережі підлаштовуються під надані навчальні дані. У практичних застосуваннях, де дані надходять у величезних обсягах, але взаємозв'язки між ними ще не виявлені, саме ця здатність має першорядне значення.

Глибоке навчання використовує каскадні шари в ієрархічній структурі для обробки даних, що призводить до значних результатів у сфері виявлення шаблонів. Зважаючи на ефективність методів глибокого навчання, можна казати що воно є важливим для сфери мережевої безпеки.

### Література

**1.** Wu Y., Wei D., Feng J. (2020) 'Network Attacks Detection Methods Based on Deep Learning Techniques: A Survey' [online], *Security Threats to Artificial Intelligence-Driven Wireless Communication Systems: special issue, Security and Communication Networks*, vol. 2020, article ID 8872923, 17 p. DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/8872923>.

**2.** Pawlicki M., Kozik R., Choraś M. (2022) 'A survey on neural networks for (cyber-) security and (cyber-) security of neural networks' [online], *Neurocomputing*, vol. 500, pp. 1075–1087. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2022.06.002>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925231222007184>.

**3.** Podder P., Bharati S., Mondal M. R. H., Paul P. K., Kose U. (2021) 'Artificial Neural Network for Cybersecurity: A Comprehensive Review' [online], *Journal of Information Assurance and Security*, vol. 16 (2021), pp. 10–23.

**4.** Zhukovyts'kyu I. V., Pakhomova V. M., Ostapets D. O., Tsyhanok O. I. (2020) 'Detection of Attacks on a Computer Network Based on the Use of Neural Networks Complex', *Nauka ta progres transportu*, no. 5(89), pp. 68–79.

**Використання RNN та IoT-мережі смарт-годинників  
для прогнозування та попередження про медичні ситуації на полі бою**

**С. В. Палій, М. О. Ямковенко**

*Київський національний університет ім. Тараса Шевченка*

**Б. В. Шевченко, А. Д. Матченко**

*Запорізький державний медико-фармацевтичний університет*

Україна у період війни стикається з важкими викликами, що стосуються не лише стратегічних аспектів, але й підтримки бійців на полі бою. Однією з ключових причин втрат серед солдат на полі бою є несвоєчасна медична допомога. Навіть прибувши вчасно, лікарі мають лише «золоту годину» — короткий час, протягом якого медичний персонал повинен діяти для надання ефективної допомоги.

Метою нинішнього дослідження є розробка методів, спрямованих на скорочення часу на огляд поранених та прискорення надання невідкладної медичної допомоги.

Для дослідження використовувалися медичні дані з відкритих джерел. Літературний аналіз дозволив визначити ключові фактори та паттерни, пов'язані з відповідними захворюваннями. Використовуючи дані, зібрані за допомогою мережі IoT смарт-годинників та аналізуючи їх за допомогою рекурентних нейронних мереж, можна прогнозувати попередні діагнози захворювань, допомагаючи медичним працівникам заощадити час на огляд пацієнта.

Для скорочення часу між отриманням травми та наданням медичної допомоги, а також для покращення роботи польових медиків, можна використовувати рекурентні нейронні мережі для прогнозування попередніх діагнозів пацієнта.

Рекурентні нейронні мережі (RNN) є класом нейронних мереж, спроектованих для роботи з послідовними даними або даними з тимчасовою залежністю. Вони можуть ефективно моделювати часові залежності та використовуватися для аналізу часових рядів. Основний компонент RNN — це рекурентний шар, який дозволяє нейронній мережі зберігати інформацію про попередні стани. Кожен вузол у рекурентному шарі приймає на вхід свій попередній стан та вхідні дані на поточному тимчасовому кроці, потім генерує вихідні і передає його на наступний тимчасовий крок. Це дозволяє моделі враховувати контекст та залежності у послідовних даних.

Збираючи дані щодо температури тіла, артеріального тиску та сатурації киснем кожні 5 хвилин за допомогою смарт-годинників, можна створити систему моніторингу, яка передає ці дані медичному персоналу в реальному часі. Алгоритм дозволяє аналізувати ці показники та передбачати можливі стани пацієнта до прибуття на місце інциденту відповідно до таб. 1.

Мережа Інтернету Речей (IoT) зі смарт-годинників виступає як ключовий інструмент для збору та передачі даних медикам. Система дозволить медикам аналізувати показники в режимі реального часу та готувати можливий

попередній діагноз ще до прибуття на місце події, що забезпечує ефективніше втручання та рятівне лікування в «золотий час».

Таб. І

Класифікація діагнозу відповідно до показників

Хвороба	Пульс, уд/хв	Артеріальний тиск, мм рт.ст.	Сатурація, %	Температура тіла, С°
Гостра дихальна недостатність	>100–110	<100 сист., <60 діаст.	<94%	36–37
Геморагічний шок 1 ступінь	100–110	90–100 сист., 60–80 діаст.	>95%	36–37
Геморагічний шок 2 ступінь	100–120	70–90 сист., 60 діаст.	>95%	36–37
Геморагічний шок 3 ступінь	120–140	50–70 сист., <60 діаст. або не визнач.	<94%	Поступове зниження
Геморагічний шок 4 ступінь	>140 або <40	<50 або не визнач.	<94% або не визнач.	<36
Гіповолемічний шок	>100–120	<100 та <60	>95%	36–37
Тампонада серця	>120	100/60	>95%	36–37
Відкритий пневмоторакс	Норм. або незначне підв.	Фізіологічна норма	90–94%	36–37
Нейрогенний шок	>110–120	>100/60	>95%	<35 або >38

Використання останніх даних зі смарт-годинника пацієнта, доступних польовому медику під час виїзду до пораненого, дозволяє розв'язувати невідкладні ситуації швидше за рахунок аналізу попередніх діагнозів і фізіологічних параметрів. Це призводить до значного скорочення часу на оцінку стану хворого та, відповідно, до надання невідкладної допомоги. У підсумку цей підхід сприяє полегшенню роботи медичного персоналу та економії часу, що своєю чергою може призвести до рятування більшої кількості життів в умовах війни.

### Література

1. Morgan G. E. Jr., Mikhail M. S., Murray M. J. (2018) *Clinical Anesthesiology*, 4<sup>th</sup> ed.
2. Льовкін О., Перцов В., Мирний С. (2020) *Базові, спеціалізовані практичні навички та алгоритми з надання екстреної медичної допомоги: навч. посіб. для підгот. студ. III–VI курсів мед. ф-тів до «ЄДКІ» та «ОСКІ».*
3. Льовкін О., Перцов В., Гриценко С., Голдовський Б. (2016) *Травма. Бойова травма. Надання екстреної медичної допомоги.* Запоріжжя, 312 с.
4. IBM (2023) *What are recurrent neural networks?* [online]. URL: <https://www.ibm.com/topics/recurrent-neural-networks>.

## Можливості інформаційно-аналітичних систем для підтримки прийняття рішень

**В. О. Скиба, О. М. М'якшило**

*Національний університет харчових технологій*

Інформаційно-аналітичні системи (ІАС) є ключовим інструментом для збору, обробки та аналізу даних з метою прийняття обґрунтованих рішень у різних сферах діяльності. Ці системи інтегрують у себе різноманітні технології та методи аналізу, спрямовані на виявлення закономірностей та трендів у накопичених даних.

Однією з ключових складових ІАС є збір та збереження даних. Вони можуть використовувати бази даних для ефективного зберігання та організації інформації. Додатково системи можуть включати інструменти для автоматизованого збору даних з різних джерел, таких як датчики, соціальні мережі чи внутрішні інформаційні системи підприємства.

Інтерфейс користувача відіграє важливу роль у взаємодії з ІАС. Зазвичай використовують графічні інтерфейси для відображення результатів аналізу у зручній формі. Це може бути подано у вигляді звітів, дашбордів, графіків та діаграм, що сприяє легшому розумінню складних даних.

Загальну схему роботи ІАС наведено на рис. 1.

Як правило, для прийняття стратегічних рішень використовуються саме ІАС. Вони дозволяють розв'язувати наступні завдання:

- складання зведеної звітності та надання зведеної інформації про діяльність підприємства;
- аналіз діяльності філій та підрозділів підприємства;
- аналіз фінансової діяльності;
- проведення комплексної оцінки підприємства;
- аналіз процесів збуту.

Аналітику можна інтегрувати в інформаційну систему, використовуючи різні методи для підтримки прийняття рішень. Ось декілька прикладів:

- **дескриптивний аналіз:** Це метод аналізу, що використовується для опису основних характеристик та патернів у даних. Звіти, дашборди та графіки можуть бути використані для представлення цієї інформації.
- **прогнозування:** Використання методів прогнозування, таких як регресійний аналіз чи часові ряди, для передбачення майбутніх значень на основі наявних даних.
- **кластерний аналіз:** Розділення даних на групи або кластери з подальшим аналізом характеристик кожного кластера.
- **кореляційний аналіз:** Визначення взаємозв'язків між різними змінними, що дозволяє виявити, як одна змінна впливає на іншу.
- **аналіз виживання:** Використання для оцінки часу до настання

події або виживання, такий як час до відмови обладнання чи втрата клієнта.

- текстовий аналіз: Використання обробки природної мови (NLP) для аналізу та витягування інформації з текстових джерел, таких як відгуки клієнтів чи соціальні мережі.

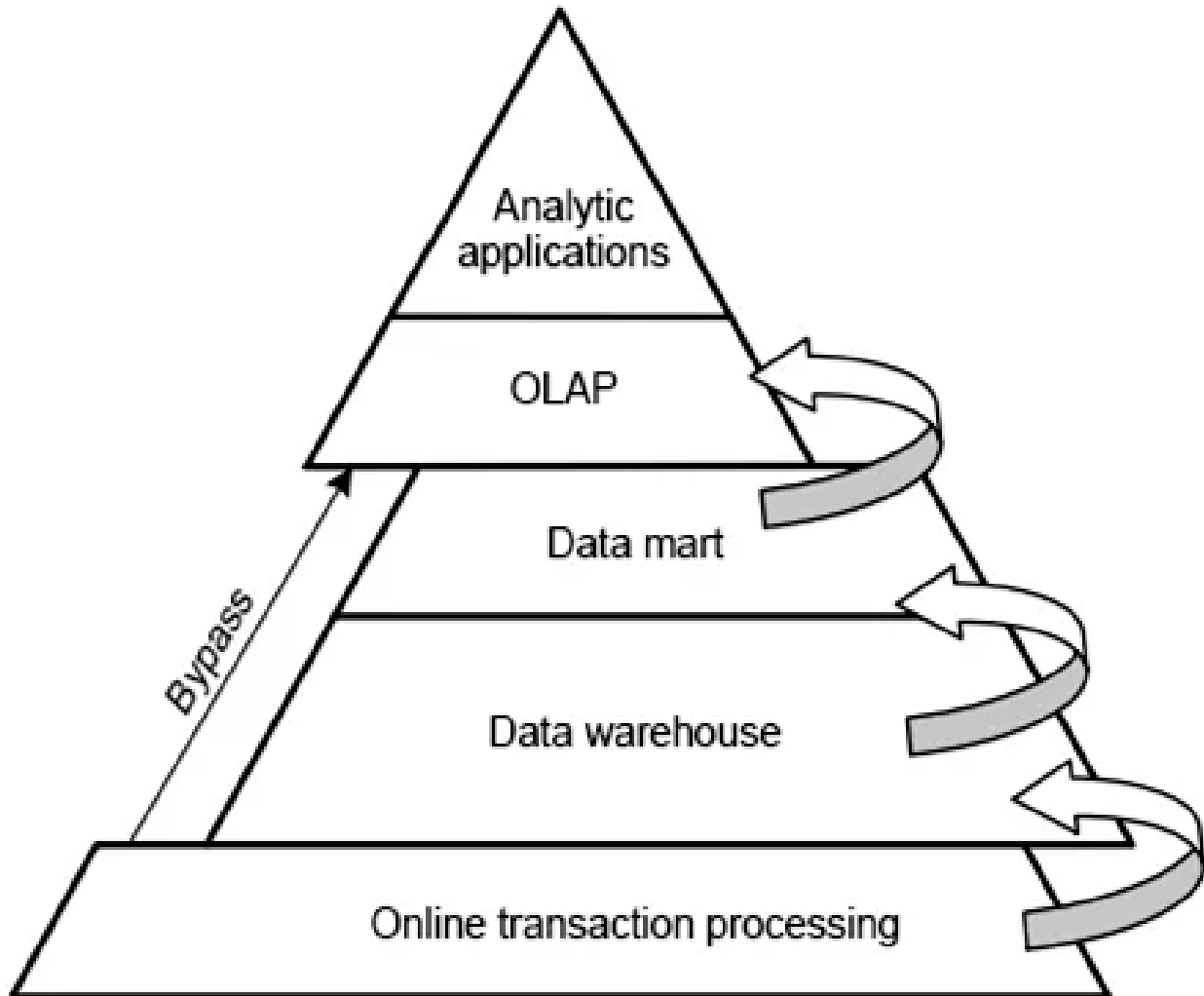


Рис. 1. Схема роботи ІАС

### Література

1. Gupta A. (2023) 'Building a High-Performance Big Data Analytics System' [online], *Graziti Interactive: Marketing for Digital Natives*, Jan 4, 2023. URL: <https://www.grazitti.com/blog/building-a-high-performance-big-data-analytics-system>.
2. Chen K., Li X., Wang H. (2015) 'On the model design of integrated intelligent big data analytics systems', *Industrial Management & Data Systems*, vol. 115, no. 9, October 2015, pp. 1666–1682. DOI: <https://doi.org/10.1108/IMDS-03-2015-0086>.
3. Verma S., Bhattacharyya S. S., Kumar S. (2018) 'An extension of the technology acceptance model in the big data analytics system implementation environment', *Information Processing & Management*, vol. 54, no. 5, September 2018, pp. 791–806. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2018.01.004>.

**Оцінювання ефективності засобів розпізнавання ключових слів****Л. О. Терейковська***Київський національний університет будівництва і архітектури***А. В. Дідус***Національний технічний університет України**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

У сучасному цифровому світі, де взаємодія людини з комп'ютером набуває все більшого значення, аналіз голосу є одним із найперспективніших напрямів. Визначення ключових слів у голосових сигналах є критично важливою сферою, що вимагає, крім досягнення заданої точності, врахування цілого ряду факторів. Це потребує формування множини критеріїв, за якими можна визначити ефективність відповідних засобів розпізнавання.

У результаті аналізу відомих засобів розпізнавання голосових сигналів на основі прихованих марківських моделей, методів динамічного програмування, згорткових та рекурентних нейронних мереж, із урахуванням даних [1, 2], визначено, що до множини критеріїв ефективності засобів розпізнавання ключових слів в першу чергу доцільно віднести:

- обмеженість розмірів словника;
- складність обчислень;
- здатність обробляти великі обсяги даних у реальному часі;
- стійкість до шуму;
- стійкість до варіацій мовлення;
- адаптованість до застосування в малоресурсному комп'ютерному забезпеченні;
- достатня точність розпізнавання;
- здатність обробляти довгі послідовності;
- мінімізація енергоспоживання;
- можливість інтеграції з іншими методами розпізнавання.

У подальших дослідженнях важливо зосередитися на оптимізації підходів для систем із обмеженими ресурсами, взявши за основу досвід використання прихованих марківських моделей, а також звернути увагу на адаптацію засобів розпізнавання ключових слів до застосування на мікроконтролерах. Це дозволить розширити можливості використання голосових технологій і забезпечити ефективнішу взаємодію людини з комп'ютерними системами за обмеженості ресурсів.

**Література**

1. Дичка І. А., Терейковський І. А., Дідус А. В., Терейковська Л. О., Бояринова Ю. Є. (2023) 'Оцінка ефективності засобів розпізнавання ключових слів у голосовому сигналі', *Вч. зап. ТНУ: тех. н.*, т. 34(73), № 3, ч. 1, с. 123–129.

2. Терейковська Л. О. (2023) *Методологія автоматизованого розпізнавання емоційного стану слухачів системи дистанційного навчання*: дис. ... докт. техн. наук: 05.13.06. К., 395 с.



## **Проблематика оцінювання ефективності засобів розпізнавання емоційної тональності фрагментів тексту**

**І. А. Терейковський, О. С. Коровій**

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Проблема аналізу емоційної тональності тексту є науково актуальною. Це важливо для розуміння настрою автора та контексту повідомлення.

Зростання соціальних медіа та онлайн-спілкування підвищує попит на точний комп'ютерний аналіз емоцій. Однак складність мови, зокрема іронія та сленг, ускладнює цей процес. Існуючі алгоритми та методи часто недостатньо ефективні. Тому оцінка цих методів та врахування мовних варіацій може покращити розпізнавання емоційної тональності.

Розпізнавання емоційної тональності тексту належить до ключових напрямів обробки природної мови. Воно включає аналіз емоційно забарвлених слів, виразів та їх контексту. Зазвичай визначають позитивну, негативну та нейтральну тональності. Деякі підходи виявляють у тексті ознаки, що викликають емоції.

Розрізняють різні рівні аналізу: окремі слова, речення, весь текст. Часто поєднують декілька рівнів та моделей для підвищення точності. Використовують лексичний аналіз, глибоке навчання та моделі на основі трансформерів. Для навчання та тестування застосовують як власні, так і загальнодоступні набори даних.

Для формування переліку характеристик проаналізовано відомі роботи з використанням стандартних процедур обробки природної мови та машинного навчання. Визначено необхідність попередньої обробки тексту та формування навчальних вибірок. Розглянуто різні підходи: лексичний аналіз сарказму; моделі на основі LSTM, DNN і трансформерів; комбінування моделей; адаптація області знань за допомогою великих мовних моделей та підказок.

Сформовано такі характеристики для оцінки методів: розпізнавання основних емоцій; розпізнавання лише сентиментів; рівні аналізу (слова, речення, текст); використання лексичного аналізу; застосування нейромереж; використання відомих наборів даних; підтримка декількох мов; комбінування моделей; точність і повнота розпізнавання.

За допомогою сформованого переліку здійснено бінарну оцінку відомих методів. Більшість із них мають обмеження, оскільки концентруються на визначенні сентименту на рівні документа. Вони погано адаптовані до складніших емоцій та аналізу на рівні речень і слів.

Сформований перелік характеристик дозволяє оцінити відповідність обраних методів вимогам конкретної задачі аналізу емоційного тону тексту. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розробку математичного забезпечення процедури оцінки ефективності та інтеграції методів на основі аналізу тексту і голосу.

## Інтелектуальна система гнучкого проєктування та адаптивного керування технологічними процесами

С. С. Федін, Н. А. Зубрецька, М. І. Нагорний

*Національний транспортний університет*

Сучасні промислові інтелектуальні системи, що належать до інформаційно-аналітичних систем автоматизованого проєктування та підтримки прийняття рішень, набули широкого застосування для гнучкого проєктування та адаптивного управління технологічними процесами виготовлення виробів машинобудування та приладобудування. Принципи підтримки прийняття рішень в таких системах реалізуються на основі інформаційного підходу до моделювання, в якому відправною точкою є дані, які характеризують досліджуваний об'єкт, а моделі адаптуються під дійсність [1]. Створення адаптивних моделей гнучкого проєктування та управління технологічними процесами реалізується на основі розв'язання завдань ідентифікації та прогнозування з використанням методів і систем штучного інтелекту, до яких зокрема належать методи нечіткого логічного висновку і штучних нейронних мереж.

Розв'язання завдання гнучкого проєктування технологічного процесу токарної обробки циліндричних типових деталей типу вал діаметром (50–80) мм здійснювали для отримання однієї деталі  $d$  з великої кількості заготовок  $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_n\}$ , де будь-якій заготовці  $z_i \in Z$  задано значення функції належності  $\mu_{z_i} \in [0, 1]$  у процесі механічної обробки з використанням різних методів  $M = \{m_1, m_2, \dots, m_n\}$ , для кожного з яких задано значення нечіткої функції належності  $\mu_{m_i} \in [0, 1]$  у відповідності до рангової оцінки, яка характеризує технологічну послідовність використання методів. Для створення системи інформаційної підтримки прийняття рішень щодо вибору раціональнішого методу обробки  $M$  із урахуванням рекомендованих нормативних значень квалітету  $IT$  і шорсткості поверхні  $Ra$  розроблено модель нечіткого логічного висновку з використанням трикутних кусково-лінійних функцій належності нечітких змінних  $Ra$ ,  $IT$  і  $M$  та бази нечітких правил, які засновані на знаннях фахівців-експертів.

У результаті комп'ютерного моделювання в програмі CubiCalc 2.0 із застосуванням розробленої моделі показано, що заданому квалітету  $IT_6$  та розрахунковому значенню нечіткої змінної  $Ra = 1,89$  мкм відповідає нечітке значення методу технологічної обробки поверхонь деталей  $M = 4,03$ , що еквівалентне рангу 4 методу – «Шліфування чистове», який є більш раціональним і менш трудомістким, ніж метод із ранговою оцінкою 3 — «Шліфування тонке», який зазвичай використовується при рекомендованих значеннях  $Ra$  і  $IT_6$   $(1,6 \leq Ra \leq 2,5) \wedge (5 \leq IT \leq 6)$ . Перевагою розробленої моделі є підвищення гнучкості алгоритмів автоматизованого проєктування технологічних процесів за рахунок зменшення невизначеності інформації та розширення сфери допустимих технологічних рішень, що особливо важливо при

серійному автоматизованому виробництві деталей машинобудування та приладобудування.

Вирішення завдання адаптивного управління технологічними процесами здійснювали на основі розроблених нейромережних моделей для прогнозування стабільності та точності процесу механічної обробки сталевого валу  $\varnothing 50h11$  із використанням отриманих експериментальних даних статистичного контролю його діаметра. При формуванні вектора входів адаптивної нейромережної моделі часовий ряд прогнозованого показника було розділено на  $k = 5, \dots, 20$  значень, що відповідає рекомендованому обсягу однієї миттєвої вибірки деталей в послідовності їх обробки на одному токарному верстаті. Виходи нейромережної моделі позначили п'ятивимірними бінарними векторами, які ідентифікують вісім зон статистичного регулювання технологічного процесу  $C$ ,  $B$ ,  $A$  та  $D$  знизу та зверху від середньої лінії в межах поля допуску  $T$ .

Прогнозування стабільності технологічного процесу здійснювали на основі запропонованого принципу багатокритеріальної прогнозної класифікації із використанням нейромережної моделі, що побудована у системі BrainMaker Professional. У результаті серії обчислювальних експериментів отримано достовірні прогнозні оцінки всіх станів технологічного процесу механічної обробки валу для реалізації № 2 при значенні параметру точності навчання нейромережної моделі  $TOL = 0,1$ . Для прогнозування точності технологічного процесу навчальна вибірка нейромережної моделі складалася з прикладів, які створені на основі реалізації № 1 з  $k = 6$  входами, що відповідають зміщеному на один рівень часовому ряду контрольованого параметру, і виходу, який визначає відхилення наступної  $k+1$  деталі. Вибір числа входів моделі  $k = 6$  здійснювали з урахуванням рекомендованого обсягу вибірки при автоматизованій обробці деталей. З використанням  $t$ -тесту для незалежних вибірок підтверджено гіпотезу щодо відсутності значимої відмінності між результатами прогнозних оцінок і фактичними значеннями відхилень контрольованого параметра  $d$ , оскільки табличне значення рівня значущості  $\alpha$ , є суттєво меншим ніж розрахункове значення  $\alpha_{\text{табл}} = 0,05$ ,  $\alpha_{\text{розрах}} = 0,85$ . Розроблені прогнозні моделі є елементами системи нейро-нечіткого управління технологічним процесом, при застосуванні якої на виході нейромережної моделі отримується прогнозоване значення контрольованого параметра  $d$  кожної наступної послідовно оброблюваної деталі, яке подається на вхід нечіткої моделі. На виході моделі нечіткого логічного управління формується керуючий вплив у вигляді імпульсу підналагодження ріжучого інструменту.

Аналіз одержаних результатів моделювання показує, що більшість прогнозованих значень відхилення діаметра валу від номінального розміру незалежно від закону його статистичного розподілу та характеру зміни у часі має розсіювання в межах середини поля допуску зон регулювання  $(-C, C)$ .

#### Література

1. Нестеренко О. В., Савенков О. І., Фаловський О. О. (2016) *Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень*: навч. посіб. К.: Нац. академія управління, 188 с.

## **Розроблення інформаційної системи для розшуку загублених домашніх тварин із використанням штучного інтелекту**

**К. Ю. Чорнобай, О. Л. Сєдих**

*Національний університет харчових технологій*

За матеріалами інформаційного видання Interfax-Україна, загалом в Україні налічується близько 5 млн. тварин, близько 20% яких — безпритульні. За даними організації UAnimals, лише за перший рік повномасштабної війни в Україні кількість котів і собак у притулках зросла на 60%.

Частиною проблеми є відсутність єдиного алгоритму дій у ситуації знаходження або втрати тварини. Існує безліч інформаційних ресурсів із можливістю розміщення оголошень про розшук тварини чи власника на різних платформах, однак часто оголошення губиться у нескінченних списках інших подібних постів або не відображається цільовій аудиторії, яка може допомогти в розшуку чи вже має інформацію про місцезнаходження загубленої тварини.

Нині для пошуку загублених тварин або їхніх власників здебільшого використовуються соцмережі Instagram, Facebook, інтернет-майданчики оголошень OLX, SHAFI, місцеві сайти притулків та вет-сервісів. Крім цього, існує ряд спеціалізованих сервісів: дошки оголошень PetLive, Peta (яка також має функцію пошуку за фото серед поданих оголошень) і HappyPaw (здійснює пошук за заданими ознаками в популярних групах Instagram та Facebook тільки в регіонах м. Київ і Київська область).

Враховуючи вищезазначене, актуальною задачею є створення кросплатформного веб-орієнтованого застосунку з можливістю аналізу даних про загублених тварин із даними знайдених або помічених раніше на вулицях тварин. Як джерела даних для аналізу планується брати БД систем Animal ID, сайти притулків і вет-сервісів, сторінки дошок оголошень і новин міст у соцмережах по всій країні, а також їхній пошук.

Для аналізу та пошуку фотографій тварин в інтернеті й ідентифікації тварин на зображенні з функцією пошуку візуальних ознак відповідно до наданого зразка пропонується використання технологій комп'ютерного зору. Для реалізації пошуку доцільно здійснювати його за описом оголошення й обмеженням обраних міст і прилеглих населених пунктів. Пошук буде за такими маркерами опису: локація, дата подачі оголошення та характеристики тварини (вік, розмір, вага, стать, окрас, порода, вид тварини).

Крім того, серед основних функцій застосунку необхідно відзначити: подача оголошень про загублених або знайдених тварин, надання результатів пошуку можливих співпадінь, інформування власника про знаходження тварини за тату, чіпом або жетоном, реєстрація тварини в додатку, аналіз і пошук тварин у різних системах за обраною та прилеглими локаціями: інстаграм, веб-сайти притулків, ветклінік, телеграм, тік-ток, фейсбук; повинна вміти знаходити групи з тематикою місцевих новин, за допомогою нейромережі знаходити збіги за фото тварини та відео.

3

СЕКЦІЯ

*ІНТЕГРОВАНЕ  
АВТОМАТИЗОВАНЕ  
КЕРУВАННЯ  
ОРГАНІЗАЦІЙНО-  
ТЕХНІЧНИМИ  
СИСТЕМАМИ*

## Роль інтегрованих VRF-систем мультизонального кондиціонування для підприємств гостинності у контексті сучасних епідеміологічних вимог до якості повітря

Гуца А.А., Дудка О.О.

*Харківський національний університет радіоелектроніки*

Незважаючи на обмеження Covid-19 український кордон за статистикою Державного агентства розвитку туризму у 2021 перетнули більше 4 млн осіб, що на 26,3% перевищує показник попереднього року [1]. Збільшення потоку туристів провокувало встановлення нових стандартів для оцінки якості повітря у житлових приміщеннях, зокрема на господарських об'єктах галузі гостинності. Натомість, спалахи зараження SARS-CoV-2 у період епідеміологічних обмежень 2019-2022 поставили світу завдання додаткового аналізу вмісту вірусних часток в повітрі готельних номерів та підвищення ступеню автоматизованого контролю вхідних повітряних мас.

У квітні 2020 року Чартерний інститут інженерів з обслуговування будівель CIBSE визнав можливість повітряно-аерозольної передачі SARS-CoV-2. Як результат дослідження було затверджено калькулятор індексу відносного впливу COVID-19, який дозволяє розрахувати REI – ризик повітряно-крапельної передачі SARS-CoV-2 за індивідуальними параметрами[2].

Було виконано калькуляцію для параметрів системи вентиляції типового двомісного номеру. Метод дозволив описати площу, частоту дихання, дихальну активність, тривалість роботи та умови вентиляції в приміщенні та порівняти сценарії з використанням додаткової фільтрації та без. Як наслідок, було визначено перевищення норми показника ризику для гостьового приміщення з урахуванням природньої вентиляції в 10 разів – 10 522 (див.рис.1).

	without air cleaner	with air cleaner
Room width (m)	4	4
Room length (m)	5	5
Room height (m)	2,7	2,7
Number of occupants	2	2
Breathing rate	Female adults sitting	Female adults sitting
Respiratory activity: Breathing	75	75
Respiratory activity: Talking	25	25
Respiratory activity: Vocalising		
Occupation time (hours)	7	7
Air change rate (ach)		
Ventilation rate (l/s/person)	5	10
Ventilation rate (l/s)		
Air cleaner equivalent ventilation rate (ach)		
Air cleaner equivalent ventilation rate (l/s)		
REI	10,522	7,106
Median REI Improvement		32%

Рисунок 1 – Ризик повітряно-крапельної передачі SARS-CoV-2

Інтеграція VRF-систем змінного потоку холодоагенту у ІС підприємств гостинності дозволяє оптимізувати структуру кондиціонування згідно до стандарту ЄС EN13779 “Ventilation for residential buildings – Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems”, дійсним і на території

України. Натомість, дотримання епідеміологічних вимог досягається за рахунок використання HEPA-фільтрів в програмно-апаратному комплексі ІС. HEPA-фільтри виготовляються з тонкої волокнистої сітки, дрібні пори якої здатні затримати найдрібніші частки від 0,12 мкм.

Робота VRF установок заснована на безперервному русі холодоагенту між зовнішнім і внутрішнім блоками. Фреон є основним холодоагентом, який стискається компресором в зовнішньому блоці, а потім розширюється і охолоджується всередині внутрішнього блоку. Через випарну котушку відбувається охолодження повітря, а потім цикл повторюється, і холодоагент повертається в зовнішній блок для подальшої циркуляції (див.рис.2).

Однією з особливостей мультизональних систем є можливість зміни швидкості обертання компресора в зовнішньому блоці, в залежності від вимог по охолодженню. За рахунок оптимізації роботи досягається висока ефективність і скорочення енергоспоживання.

Складність реалізації та розгортання системи проковує використання розподіленої архітектури для реалізації кінцевої ІС. Загальна архітектура системи має поєднувати реалізацію клієнт-серверних та хмарних мікросервісних компонентів [9].

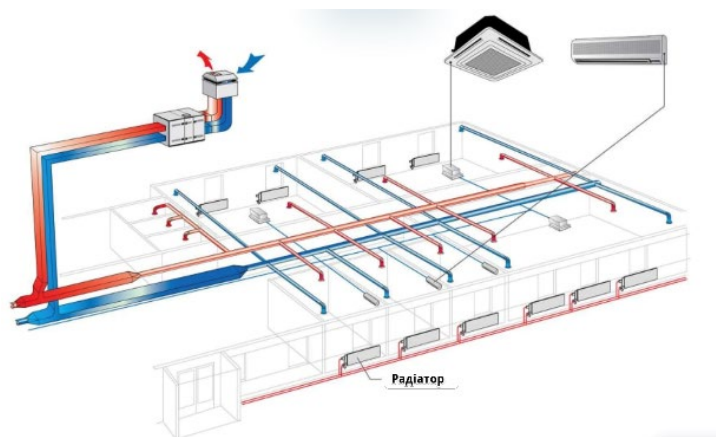


Рисунок 2 – Технічний стек VRF-систем мультизонального кондиціонування

Інтегровані VRF-системи мультизонального кондиціонування здатні оптимізувати інфраструктури підприємств гостинності в умовах сучасних епідеміологічних викликів. Їхні переваги у сфері енергоефективності, індивідуалізації клімату та забезпеченні високої якості повітря роблять їх необхідним інструментом для забезпечення безпеки та комфорту для всіх учасників готельного бізнесу.

### Література

1. ДАРТ, 2022. Туристична статистика України, [online]. Доступно: <https://www.tourism.gov.ua/blog/4-2-mln-inozemciv-ta-14-7-mln-ukrayinciv-dani-pro-peretin-derzhavnogo-kordonu-za-2021-rik> [Дата звернення: 15.10.2023].
2. CIBSE, 2021. COVID-19: Relative Exposure Index Calculator, [online]. Доступно: <https://www.cibse.org/emerging-from-lockdown> [Дата звернення: 12.11.2023].

## **Інформаційна система автоматизації управління закладами охорони здоров'я**

**Л.В. Катреча**

*Державний торговельно-економічний університет*

У сучасному світі управління закладами охорони здоров'я є складним завданням, що вимагає високого ступеня координації та ефективності. У цьому контексті інформаційні системи автоматизації управління відіграють ключову роль в оптимізації процесів та підвищенні якості послуг. Незважаючи на різноманітність завдань та вимог у сфері охорони здоров'я, сучасні технології дозволяють створювати інтегровані системи, здатні керувати медичною інформацією. Інформаційна система автоматизації управління в контексті охорони здоров'я є комплексом програмних та апаратних засобів, спроектованих для збору, обробки, зберігання та передачі даних, пов'язаних з управлінням медичними послугами, персоналом та ресурсами.

Впровадження інформаційних систем автоматизації управління до закладів охорони здоров'я приносить суттєві переваги. Автоматизовані процеси скорочують часові витрати виконання рутинних завдань, дозволяючи медичному персоналу зосереджуватися на якісному наданні медичної допомоги. Інформаційні системи знижують ризик помилок, пов'язаних із ручним введенням або передачею інформації, що важливо для підтримки високого стандарту якості медичної практики.

Одним із ключових аспектів інформаційної системи автоматизації управління є ефективне управління медичними даними. Електронні медичні карти, впроваджені в рамках такої системи, забезпечують цифрове зберігання та миттєвий доступ до медичної історії пацієнта. Це не тільки підвищує доступність інформації для лікарів, але й покращує безпеку зберігання даних, запобігаючи втраті або пошкодженню паперових документів. Крім того, системи управління медичними даними сприяють стандартизації процесів документування та обміну інформацією між закладами охорони здоров'я. Це особливо важливо в сучасній медичній практиці, де координація між різними установами може бути ключовим фактором для успішного лікування пацієнтів.

У цілому, інформаційні системи автоматизації управління є невід'ємною частиною сучасної охорони здоров'я, надаючи комплексний інструмент для оптимізації бізнес-процесів та підвищення якості медичного обслуговування. Застосування таких систем призводить до значного покращення ефективності, точності та координації в закладах охорони здоров'я.

### **Література**

1. Волошин С. О. (2019). Аналіз технологій створення медичних інформаційних систем. Медична інформатика та інженерія, 3, с. 71-75
2. Ільницька Л. В. (2018). Модульне функціонування архітектури інформаційної медичної системи охорони здоров'я України. Медична інформатика та інженерія, 2, с. 73-80.



## Особливості автоматизації складних біотехнічних об'єктів

В.П.Лисенко, Т.І.Лендел, І.А.Наконечний

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Аграрний сектор економіки України насичений високотехнологічними підприємствами, де на обмежених площах здійснюється виробництво рослинної і тваринної продукції та її переробка. До таких підприємств слід віднести сучасні птахофабрики, тепличні комбінати, елеватори, цукрові й молочні заводи, підприємства для виробництва біогазу тощо.

Особливістю таких підприємств є наявність біологічної складової, котра формує специфічні вимоги до якості систем автоматизації такими об'єктами. Окрім того, як показали наші дослідження, такі об'єкти функціонують в умовах невизначеності, що пояснюється наявними природними збуреннями (змінюються за випадковим законом) та неповнотою інформації про стани біологічної складової [ 1 ]. Усе зазначене ускладнює розроблення ефективних систем керування енергетичними потоками, що циркулюють в таких підприємствах (так, для тепличних комбінатів у структурі собівартості виробленої продукції їх доля перевищує іноді 70-80%).

Класичним прикладом таких підприємств є птахофабрики промислового типу, на специфічні будівлі яких діють зовнішні природні збурення у вигляді температури зовнішнього середовища, а стани біологічного наповнення технічних об'єктів, птиці певного кросу, визначаються технологічними параметрами атмосфери всередині пташника (при цьому вважається, що температура атмосфери пташника є основним затратним з економічної точки зору фактором). Ці стани і впливають на продуктивність птиці і, в кінцевому варіанті, на економічну ефективність підприємства в цілому. Переходи із стану в стан носять ймовірнісний характер і можуть бути описані системою рівнянь Холмогорова [ 2 ], а графічна інтерпретація таких переходів подана на рис.1.

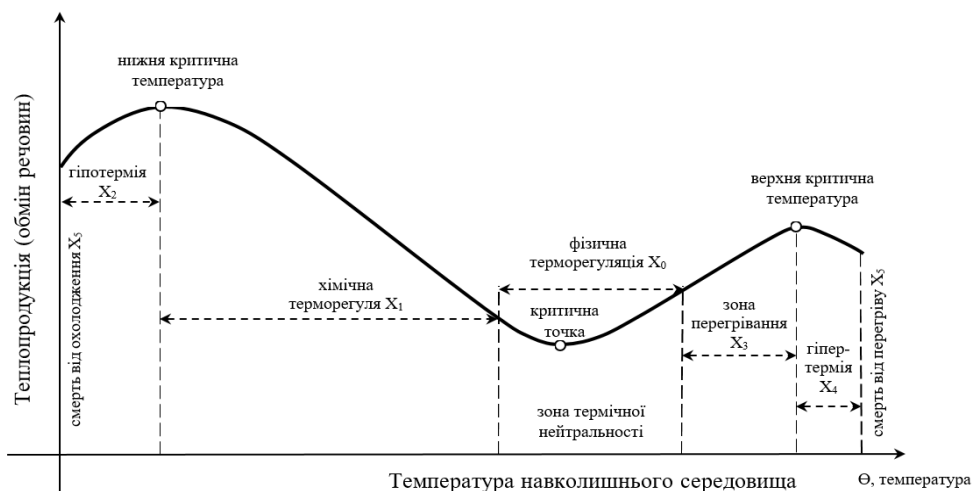


Рисунок 1 – Стани птиці при зміні температури атмосфери в пташнику

Для рослинної продукції, що вирощується в тепличних комбінатах, стани, а тому

й продуктивність, також суттєво залежить від параметрів атмосфери та зовнішніх природніх збурень. Про таке можна стверджувати й для інших виробництв. Тобто, означені проблеми є типовими, що підтверджувалось рядом досліджень [ 3 ]. Як уже зазначалось, типові алгоритми стабілізації для таких об'єктів не забезпечують ефективне використання енергетичних ресурсів, а тому застосовувались дво-рівневі системи керування (рис.2).



Рисунок 2 – Структура системи автоматичної системи керування енергетичними потоками

Для нижнього рівня (рівень «Технологічні процеси») у якості критерія керування використовується лінійний інтегральний показник якості, можливі й інші типи). Для верхнього – доцільно використовувати економічний критерій (з нашої точки зору це може бути прибуток), а стратегія керування виробництвом формується на основі продукційних, внесених в базу знань. Продукційні правила формуються на основі прогнозування витрат енергетичних ресурсів, забезпечення якості й обсягів виробленої продукції, стабілізації технологічних параметрів на рівні, що забезпечують виконання критерія оптимізації верхнього рівня з усіма відповідними обмеженнями.

Досвід використання такого підходу для різних підприємств промислового типу дає можливість стверджувати, що економія енергетичних ресурсів при цьому сягає 9-14%.

### Література

4. Слоним А. Д. Физиология терморегуляции и термической адаптации у сельскохозяйственных животных / А. Д. Слоним. – М. : Наука, 1966. – 147 с.
5. Лисенко В. П. Природні збурення біотехнічних об'єктів, їх моделювання та прогнозування/ В. П. Лисенко, Н. А. Заєць, Б. Л. Головінський,. – К. : НУБіП України, 2014. – 112 с.
6. Lysenko, V., Bolbot, I., & Lendel, T. (2019). Energy efficient system of electrotechnological complex control in industrial greenhouse. Technical Electrodynamics, 2019(2), pp. 78-81. doi:10.15407/techned2019.02.078.

**Автоматизована система керування спиртовим виробництвом з використанням моделей машинного навчання**

**О.С. Омельченко, Н.М. Луцька**

*Національний університет харчових технологій*

Оптимізація ефективності та якості автоматизованого керування перебігом процесів етанолової промисловості залишається актуальною задачею, що напряму впливає на конкурентоспроможність спиртових підприємств. Розвиток науково-технічного прогресу зробив можливим використання нових підходів до побудови математичних моделей, що базуються на алгоритмах машинного навчання, таких як моделі глибокого навчання, нейронні мережі та генетичні алгоритми. Ці методи дозволяють аналізувати великі обсяги даних, виявляти приховані закономірності і здійснювати точні прогнози, надаючи можливість більш ефективно вирішувати поставлені завдання.

Модель машинного навчання може бути інтегрована в автоматизовану систему керування (АСК) в складі зовнішнього сервісу, що з'єднується з SCADA (Рис. 1). Під час обміну даними SCADA передає моделі актуальні значення відстежуваних змінних, отримуючи в результаті аналізу рекомендації щодо зміни налаштувань для досягнення більшої продуктивності виробництва, зменшення виробничих витрат чи оптимізації споживання енергії.

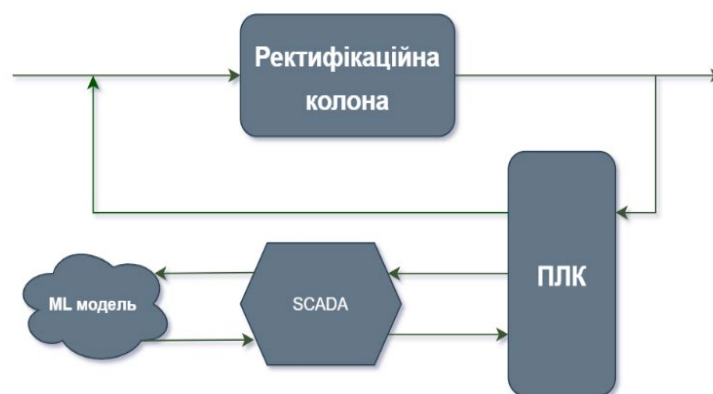


Рис. 1. Схема впровадження моделі машинного навчання в АСК ректифікаційною колоною

Інтеграція моделі машинного навчання в склад АСК спиртовим виробництвом дає змогу доповнити її новими можливостями, зокрема, розширений аналіз виробничої ситуації внаслідок інтелектуальної обробки наявних даних дозволяє передбачувати майбутню поведінку системи, що в свою чергу надає можливості для корегування її роботи, прогнозування виходу з ладу обладнання та забезпечення оптимального використання ресурсів.

#### **Література**

1. Kwon, H., Oh, K. S., Choi, Y., Chung, Y. G., Kim, J., 2021. Development and Application of Machine Learning-Based Prediction Model for Distillation Column. International Journal of Intelligent Systems, 36(5), pp. 1970-1997.

## Концепція створення інформаційної технології ситуаційного управління проектами на основі онтологій

О.І. Підкуйко

*Черкаський державний технологічний університет*

Одним з найбільш важливих підходів до підвищення ефективності реалізації проєктів, що реалізуються на основі Scrum, є використання методів інтелектуального управління, які передбачають отримання та аналіз необхідних знань про об'єкт на основі сучасних технологій и з можливістю прогнозування результатів, покращення показників якості управління на тривалих інтервалах часу. Залежно від проблемно-об'єктної ситуації актуалізується задача розробки інформаційної технології (ІТ) ситуаційного управління проєктом з метою забезпечення функціонального, апаратно-програмного забезпечення інформаційних процесів на рівні заданого керованого алгоритму. Розроблення інформаційних технологій залежить від структурованості задачі з врахуванням прикладних аспектів.

Концепція побудови ІТ ситуаційного управління проєктом має єдину структуру, що забезпечить вирішення задач пошуку, збору, аналізу, зберігання, передавання інформації з врахуванням задач ситуаційного управління проєктом на основі онтологій [1]. Об'єктом дослідження в даній концепції є проєктна ситуація, що оцінюється в режимі реального часу на основі комплексу показників ефективності. Також концепція передбачає наявність структури ІТ нижнього рівня, де здійснюється пошук, відбір, обробка інформації про ситуації в ІТ проєкті, а також структури ІТ верхнього рівня для ідентифікації ситуації, її класифікації, прийняття відповідного управлінського рішення. Розробляються наступні системи управління: інформаційно-довідникова система, онтолого-керована система, система підтримки прийняття рішень, що здійснює ідентифікацію результатів прийнятого рішення та оцінку ефективності проєкту згідно критерію управління. Якщо ефективність неприйнятна, то СППР пропонує нове рішення.

Основою концепції ІТ ситуаційного управління проєктом є онтологічна модель ситуацій в ІТ проєкті, що дозволяє описати ситуацію через клас показників ефективності та зв'язків між ними, як об'єктів реального світу, які змінюються у часі під впливом внутрішніх і зовнішніх факторів. Запропонована інформаційна технологія ситуаційного управління проєктом комплексно характеризує підходи до управління в умовах швидко змінюваних обставин та спрямована на підвищення ефективності проєкту з врахуванням впливу факторів зовнішнього середовища та внутрішнього стану.

### Література

1. Messaoud Mezati, Cherif Foudil, Sanza Cédric, Gaildrat Véronique, 2015. An Ontology for Semantic Modelling of Virtual World. International Journal of Artificial Intelligence (IJAI), Vol. 6, No. 1, January.

## Загальна концептуальна модель управління ризиками проектів на основі Scrum

**В.А. Прокопенко**

*Черкаський державний технологічний університет*

В основі розробки інформаційної технології (ІТ) управління ризиками проектів, що реалізуються на основі застосування Scrum, є узагальнена задача синтезу управління, що мінімізує ризик  $Risk(u)$  при заданому рівні ефективності проекту  $E_0$ , тобто

$$\begin{cases} Risk(u) \rightarrow \min_{u \in U} \\ E(u) \geq U_0 \end{cases}, \quad (1)$$

де  $E(u)$  – ефективність проекту,  $u$  – заданий керуючий вплив ( $u \in U$ ).

Управління ризиком проектів на основі Scrum полягає в аналізі залежності оптимального рішення від інформації, яка є наявною при невизначеному параметрі. Альтернативою є дослідження залежності оптимального рішення від значень невизначених параметрів, і пошук рішення, оптимального в рамках наявної інформації про можливі значення невизначених параметрів [1].

У відповідності до (1), сукупність початкових даних, необхідних для створення інформаційної технології управління ризиками проектів на основі Scrum, представимо наступним чином:

- ціль (цілі) технології управління  $C$ , що забезпечується моделлю (1);
- сукупність умов  $U$  та обмежень  $O$ ;
- сукупність характеристик  $X$ , що відображають поточну проектну ситуацію;
- методи прийняття рішень  $G$ , що складають сукупність формалізованих методів  $G_\phi$  інтелектуальних методів  $G_I$ , евристичних методів  $G_E$ :  
 $G = G_\phi \cup G_I \cup G_E$
- сукупність критеріїв ефективності  $E$ .

Запропонована загальна концептуальна модель спрямована розкрити комплексні підходи до розробки ІТ управління ризиками проектів на основі Scrum та включає:

- створення цільової моделі системи управління, що визначає структуру і динаміку показників, на основі яких оцінюються ризики проекту;
- вироблення та аналіз керуючих рішень, що сприятимуть мінімізації ризиків або їх уникнення;
- побудова та аналіз динамічних моделей інформаційних потоків, що характеризують внутрішню ситуацію в проекті та вплив зовнішнього середовища.

### Література

1. Прокопенко, Т., Ладанюк, А. 2015. Інформаційні технології управління організаційно-технологічними системами: [текст] монографія. Черкаси: Вертикаль, видавець Кандич С.Г., 2015. 224 с.

## Стандарти управління проєктами для розгортання хмарної платформи координування студентської науково-дослідницької роботи

В.І. Сербан

Українська академія друкарства

Хмарна платформа для координування студентської науково-дослідницької роботи (СНДР) відповідає потребам сучасної освіти, сприяючи ефективному навчанню, спільній роботі та науковому розвитку. Цей сегмент академічного інформаційного середовища [1] є невід'ємною частиною сучасної освіти, враховуючи зростаючу складність та обсяг наукових проєктів.

Будучи особливо актуальною в умовах віддаленого навчання, хмарна платформа дозволяє студентам та науковим керівникам ефективно обмінюватися інформацією, незалежно від їхнього місця перебування. У будь якій точці земної кулі студенти мають доступ до необхідних інструментів, документації, баз знань та інших ресурсів свого навчального закладу прямо з веб-броузера. Це підвищує якість СНДР та сприяє більш ефективному використанню творчих ресурсів.

Коректно спроектована хмарна платформа може надавати інструменти для відстеження прогресу студентів у реальному часі, а також забезпечувати зручні засоби для оцінювання та обговорення результатів дослідницьких завдань. Таким чином, наявність середовища управління проєктами при розгортанні студентської науково-дослідницької роботи є важливим аспектом для реалізації спільної праці студентів та ефективного координування наукових ідей. Тому виконаний аналіз наявних стандартів управління проєктами може значно полегшити та систематизувати координування студентської дослідницької роботи.

У побудованій класифікації (рис. 1) особливо важливими є сімейства стандартів, які надають необхідний фреймворк для організації та управління студентськими науковими проєктами. Визначаючи загальні принципи та термінологію, серія ISO 21500 створює основу для структурування та організації наукових досліджень [2]. Принципи лідерства, командної роботи та стратегічного управління, визначені в цьому сімействі, допомагають студентам та їхнім науковим керівникам ефективно орієнтуватися в процесі дослідження та виконання поставлених завдань.



Рис. 1. Ієрархія стандартів управління проєктами для СНДР

Так, підпорядкований стандарт ISO 21502 детально описує процеси та елементи управління програмами. Це може бути корисним для студентських наукових

досліджень у галузі управління програмами, де потрібно розглядати більше одного проєкту в рамках спільної стратегії. Стандарт ISO 21503 фокусується на управлінні портфелем проєктів, де студентські дослідження можуть визначати оптимальний підхід до вибору та пріоритизації проєктів. Стандарт ISO 21504 по оцінці процесів управління проєктами зосереджений вдосконаленні напрямків менеджменту: студенти можуть використовувати його для вдосконалення процесів у своїх дослідженнях, забезпечуючи більш ефективне виконання завдань. ISO 21505 надає вказівки з управління портфелем програм: студенти, які займаються науковими роботами у галузі управління програмами, можуть використовувати його для розробки ефективних стратегій управління. PRINCE2 (Projects IN Controlled Environments) PRINCE2 є методологією управління проєктами, розробленою на основі принципів ISO 21500. Вона може бути використана студентами для розробки структурованих та контрольованих підходів до управління проєктами.

Доцільне використання серії ISO 31000, що стосується управління ризиками, є важливим аспектом в управлінні студентськими науковими проєктами для набуття практичного досвіду [3]. Розглядаючи ризики та можливості, які виникають в ході наукових досліджень, студенти вчаться ефективно планувати та реагувати на непередбачені обставини. Серед підпорядкованих стандартів ISO 31004 надає загальні настанови щодо впровадження систем управління ризиками і є корисною основою для студентських досліджень у галузі розробки та впровадження систем управління ризиками.

Стандарт ISO 31010 розглядає методи оцінки ризиків, що можуть бути використані студентами для розробки та застосування методик оцінки у своїх дослідженнях. ISO 31022 розглядає перепрофілювання процесів промислових об'єктів для гарантування безпеки. Рекомендації щодо використання ризик-орієнтованих критеріїв та методів оцінки ризиків в процесі продажу надає ISO 31030. Студенти можуть використовувати ці рекомендації для вивчення управління ризиками у контексті комерційних угод. Врешті РМВОК (Project Management Body of Knowledge) представляє собою збірку знань та найкращих практик у галузі управління проєктами. Використання цього стандарту може бути корисним для студентських досліджень, спрямованих на вивчення методів управління проєктами в контексті ризиків та їх впливу на успіх проєкту.

Таким чином, впровадження стандартів управління проєктами на хмарній платформі координування СНДР допоможе стандартизувати та оптимізувати процеси роботи над науково-дослідними проєктами, забезпечуючи більшу ефективність та якість результатів.

### Література

1. Сербан В. 2023. Типізація форматів централізованих інформаційних платформ для координування СНДР. Тези доповідей наукової конференції УАД.
2. ISO 21500. 2021. Управління проєктами, програмами та портфелями. Контекст та концепції.
3. ISO 31000. 2018. Управління ризиками. Рекомендації.

## Визначення прогнозованості складних об'єктів регулювання за допомогою показника Херста

Д.О.Стеценко, О.М.Зігунов, В.І.Зайка

ВСП «Сумський фаховий коледж» Національного університету харчових технологій

На сьогоднішній день для дослідження динаміки складних об'єктів регулювання за результатами аналізу та обробки часових рядів, використовується багато сучасних методів та підходів. Одним з перспективних підходів є визначення фрактальних характеристик хаотичних інформаційних потоків за допомогою визначення показника Херста  $H$ .

Показник Херста являє собою міру персистентності - схильності процесу до трендів. Значення  $H > 1/2$  означає, що спрямована в певну сторону динаміка процесу в минулому, найімовірніше, спричинить продовження руху в тому ж напрямку. Якщо  $H < 1/2$ , то прогнозується, що процес змінить спрямованість.  $H = 1/2$  означає невизначеність - броунівський рух.

Для визначення фрактальних характеристик розраховувались значення показника Херста за певний період для часових рядів основних технологічних змінних БРУ (брагоректифікаційної установки) спиртового заводу. Показник Херста зв'язують із коефіцієнтом нормованого розмаху ( $R/S$ ), де  $R$  – обчислюваний певним чином "розмах" відповідного часового ряду, а  $S$  – стандартне відхилення.

Показник Херста обчислюється за наступним алгоритмом. Спочатку обчислюється середнє значення вимірюваної змінної за  $N$  хвилин:

$$\langle \xi \rangle_N = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \xi(t). \quad (1)$$

Потім розраховується накопичене відхилення ряду вимірювань ( $t$ ) від  $\langle \xi \rangle_N$  середнього:

$$X(t, N) = \sum_{u=1}^t (\xi(u) - \langle \xi \rangle_N). \quad (2)$$

Після цього розраховується різниця максимального та мінімального відхилення, яке накопичилось, що і називається "розмахом":

$$R(N) = \max_{1 \leq t \leq N} X(t, N) - \min_{1 \leq t \leq N} X(t, N). \quad (3)$$

Стандартне відхилення розраховується по відомій формулі:

$$S = \left( \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (\xi(t) - \langle \xi \rangle_N)^2 \right)^{1/2} \quad (4)$$

У свій час Херст експериментально виявив, що для багатьох часових рядів справедливо:

$$R/S = (N/2)^H. \quad (5)$$

Саме коефіцієнт  $H$  і одержав назву показника Херста [54].

Показник Херста являє собою міру персистентності – схильності процесу до трендів. Розрахунок показника Херста для вихідних часових рядів, який



характеризує зміну тиску пари низу бражної колони та температури контрольної тарілки ректифікаційної колони, показано на (рис. 1) та (рис.2).

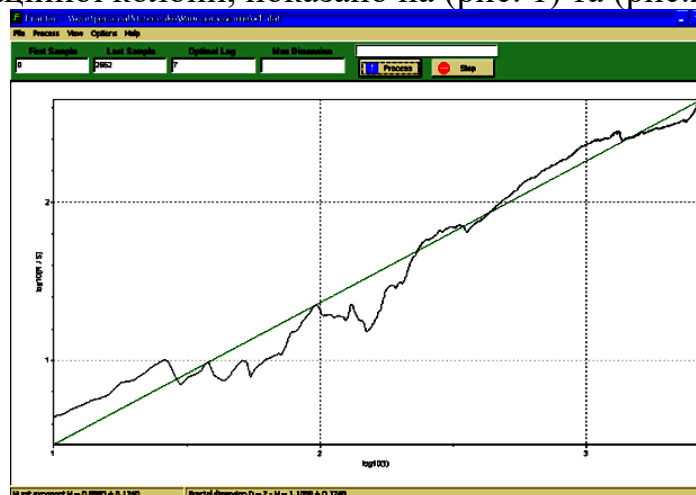


Рис. 1. Відображення рекурентної діаграми тиску низу бражної колони

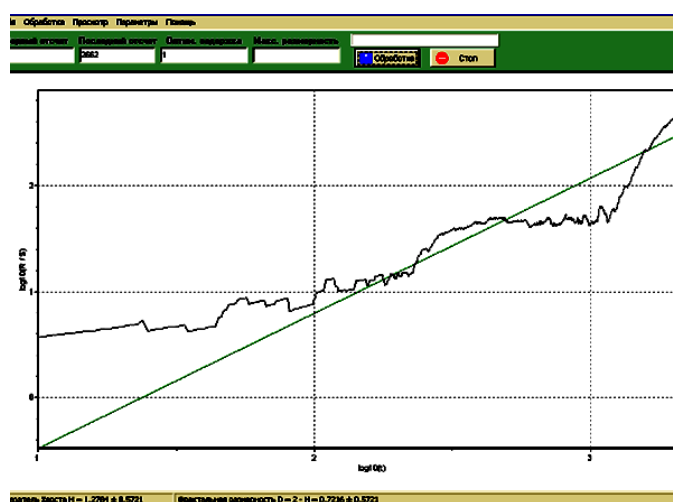


Рис. 2. Відображення текстури рекурентної діаграми температури контрольної тарілки ректифікаційної колони

За результатами дослідження визначено значення показників Херста, яке  $H > 0,5$ , що свідчить про характерну персистентність розглянутої змінної, а відповідно і про можливу достатньо глибоку прогнозованість об'єкту регулювання.

### Література

1. Найман Е., 2009. Розрахунок показника Херста з метою визначення трендовості (персистентності) фінансових ринків та макроекономічних індикаторів . Економіст : №10. – С. 25 – 29.
2. Берзлев О., 2013. Методика передпрогнозного фрактального аналізу часових рядів . Управління розвитком складних систем. – 2013. - №16. – С. 76 – 81
3. Кіріченко Л., Радівілова, Т. 2019. Фрактальний аналіз самоподібних і мультифрактальних часових рядів. Монографія. Харків: ХНУРЕ.105 с.
4. Грицюк, П., 2006. Дослідження циклічності природних процесів методом полі гармонічного аналізу. Штучний інтелект.№ 2.–С.294– 297.

**Пульт керування «ГТС-Центр»****І.М. Тейсар, О.М. Клименко***Національний університет харчових технологій*

Газотранспортна система України є однією з найбільших систем Європи. Вона має точки підключення з газотранспортними системами суміжних країн. Через польську газотранспортну систему також має доступ до LNG терміналу Свіноуйсьце, що свідчить про високий рівень її інтегрованості в європейську газотранспортну систему.

Загальна довжина газопроводів – 35,41 тис. км, кількість компресорних станцій (КС) – 582 од., інші об'єкти ГТС – 1 433 од. Проектна загальна транспортна потужність – 304 млрд куб. метрів на рік на вході в ГТС та 145,8 млрд куб. метрів на рік на виході з ГТС у точках міждержавних з'єднань.

Для забезпечення належного функціонування газотранспортної системи необхідно забезпечити повноту і своєчасність отримання інформації від усіх підсистем газотранспортна система України. З цією метою ТОВ «Оператор ГТС України» розробляє пульт керування «ГТС-Центр».

Пульт керування побудований на базі використання сучасних високопродуктивних програмно-технічних засобів. Він працює в операційному середовищі Windows Server на базі ліцензійної Geo SCADA Expert, яка представляє собою систему реального часу, що гарантує швидкість відповіді на запит та цілісність даних, реалізує оперативне керування і контроль функціонування технологічних об'єктів. Доступ до бази даних здійснюється за допомогою людино-машинного інтерфейсу особами, що мають відповідний правовий рівень (гість, диспетчер, адміністратор).

ПК «ГТС-Центр» функціонує з метою забезпечення оперативного доступу до технологічної інформації, що надходить від розосереджених і територіально віддалених контрольованих об'єктів, таких як ГРС, ГВС, контрольні регулюючі пункти (КП), КС, ГПА, диспетчерських служб Лінійного Виробничого Управління Магістральними Газопроводами (ЛВУМГ), а також з метою надання підтримки користувачам щодо прийняття рішень з диспетчерського керування. Основним призначенням ПК «ГТС-Центр» є оперативний контроль, аналіз та надання повної та достовірної інформації оперативному персоналу про перебіг технологічного процесу (ТП) та поточні режими роботи технологічних об'єктів керування (ТОК) у режимі реального часу, діагностування фактичного технічного стану технологічного устаткування, ведення обліку та звітності роботи ТОК та перебігу ТП.

Структура ПК «ГТС-Центр» підтримує ідеологію будівництва централізованого пункту збирання, оброблення та зберігання інформації щодо технологічного процесу транспортування газу за допомогою об'єднаних промисловою локальною обчислювальною мережею розподілених систем та засобів автоматизації.

Для забезпечення взаємодії всіх компонентів системи обрано архітектуру

“клієнт- сервер”. Клієнтами серверів ПК «ГТС-Центр» є автоматизовані робочі місця (АРМ), організовані на пульті керування, а також спеціалізовані АРМ. Для підвищення надійності АРМ диспетчера резервується методом повного дублювання – у разі виходу з ладу одного з АРМ диспетчер може використовувати усі функції системи у повному обсязі на іншому.

Після впровадження перспективних систем автоматизації можливе автоматичне отримання в ПК «ГТС-Центр» параметрів та керування обладнанням, що входить до складу цих систем.

Склад функцій, що реалізує система, визначений метою її створення. Функції системи реалізуються у наступних підсистемах: “Оперативний контроль поточного режиму роботи технологічного об’єкта керування”; “Оперативний контроль поточного стану технологічного обладнання”; “Оперативний контроль засобів автоматизації”; “Оперативний контроль системи безпеки”.

Оперативні дані від усіх суміжних систем надходять автоматично з заданим періодом часу до підсистеми “Оперативний контроль поточного режиму роботи технологічного об’єкта керування”, яка здійснює функції: отримання даних про поточні режими функціонування та стан технологічного устаткування (за наявності відповідних систем автоматизації); контролювання виходу значень технологічних параметрів за аварійні та передаварійні уставки; формування та відображення архівів значень технологічних параметрів; відображення оперативної інформації про поточні режими роботи та стан устаткування; ручне введення та редагування значень технологічних параметрів та стану технологічного устаткування.

Отже, впровадження ПК "ГТС-Центр" дозволить досягнути наступних цілей:

- Єдиний централізований моніторинг та керування технологічними об’єктами ГТС України з рівня центрального диспетчерського управління (ЦДУ);
- Розподіл та делегування керування між ЦДУ та ЛВУМГ;
- Зберігання показників перебігу технологічних процесів в базі даних в реальному часі на рівні ЦДУ;
- Архівування історичних технологічних даних в базі даних на рівні ЦДУ;
- Глобальна авторизація користувачів;
- Єдине середовище обміну технологічними даними на всіх рівнях архітектури системи;
- Підтримка стандартних протоколів обміну даними.

### Література

1. Пупена О.М. Людино-машинні інтерфейси: [Електронний ресурс]: курс лекцій для здобувачів освітнього ступеня "бакалавр" спеціальності 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" освітньо-професійної програми "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання / уклад.: О.М. Пупена, – К.: НУХТ, 2022.– 183 с.

## Характеристика засобів автентифікації персоналу в інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури

**О.І. Терейковський**

*Національний авіаційний університет*

Виклики сьогодення свідчать про необхідність вдосконалення засобів біометричної автентифікації персоналу об'єктів критичної інфраструктури. Серед вказаних засобів найбільш розповсюдженими є засоби автентифікації за зображенням обличчя. Оскільки можливості сучасних відеокамер дозволяють із задовільною якістю фіксувати не тільки обличчя, але і райдужну оболонку ока, то здається доцільним реалізувати інтегральну автентифікацію за вказаними біометричними параметрами. Крім того, це дозволяє включити в систему біометричної автентифікації підсистему розпізнавання емоцій, що забезпечує можливість визначення належного функціонального стану персоналу [1].

Відповідно до [2], відправним пунктом розробки таких засобів автентифікації має бути формування множини критеріїв оцінювання їх ефективності. В результаті проведених досліджень запропоновано оцінювати ефективність за двома групами критеріїв. До основної групи віднесено критерії, що характеризують ефективність процесу розпізнавання, а до додаткової групи - критерії, що відповідають особливостям технічної реалізації та сервісним можливостям засобів розпізнавання. Серед критеріїв основної групи можна виділити такі: точність розпізнавання; класифікація основних емоцій; класифікація складених емоцій; обчислювальна складність розпізнавання. Деякі критерії додаткової групи: нівелювання зміни освітленості; нівелювання впливу завад на зображенні обличчя; можливість аналізу зображень декількох осіб; можливість розпізнавання за повернутими зображеннями; можливість розпізнавання емоцій та особи за частиною зображення обличчя; можливість розпізнавання емоцій та особи за мімікою обличчя; можливість розпізнавання емоцій людей різних рас.

В результаті проведених досліджень обґрунтовано перелік критеріїв, які дозволяють оцінити ефективність засобів біометричної автентифікації персоналу об'єктів критичної інфраструктури.

### **Література**

1. Терейковський О.І. Проблематика біометричної аутентифікації в інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури. Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами», 25 листопада 2022. [Електронний ресурс] – К: НУХТ, 2022. С. 126-127.
2. Корченко О.Г. та Терейковський О.І. 2023. Аналіз та оцінювання засобів біометричної аутентифікації за зображенням обличчя та райдужної оболонки ока персоналу об'єктів критичної інфраструктури. Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка», 1(21), с. 136–148.

# 4

## СЕКЦІЯ

***ВИКОРИСТАННЯ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
ІНДУСТРІЇ 4.0  
В СИСТЕМАХ  
УПРАВЛІННЯ***

## Використання технологій Індустрії 4.0 у системах керування датчиками електроенергії

Р. В. Лісневський, І. Е. Хайдамус

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Розвиток промисловості без інноваційних технологій Індустрії 4.0 у наш час неможливий.

Це особливо стосується керування датчиками електроенергії. Використовуючи автоматизацію, Big Data, Інтернет речей (IoT) та інші сучасні рішення, щоб оптимізувати енергоспоживання та підвищити ефективність виробництва, ці технології є важливими компонентами розумного керування енергоресурсами.

За даними Statista, застосування цифрових технологій у промисловості, включаючи автоматизацію, обробку Big Data та Інтернет речей, значно зросте в найближчі кілька років, таким чином сприяючи розвитку промислових систем керування. Керування датчиком живлення дозволяє автоматизовано збирати та аналізувати дані процесу. Це, своєю чергою, допомагає точно відстежувати споживання енергії та виявляти потенційні витрати або неефективне використання.

Використання Big Data та аналітичних інструментів дозволяє більш точно прогнозувати навантаження на енергосистеми та вдосконалювати процеси керування та розподілу електроенергії. Це сприяє точному відстеженню споживання енергії та виявленню потенційних витрат або неефективного використання.

Впровадження Інтернету речей у системи керування датчиками живлення відкриває нові можливості для моніторингу та керування енергосистемами в реальному часі. Це не тільки зменшує витрати на електроенергію, але й підвищує надійність і безпеку енергосистеми. Проте, з іншого боку, хоча переваги безсумнівні, є й труднощі — такі, як необхідність забезпечення кібербезпеки системи енергоменеджменту, примушення персоналу адаптуватися до нових технологій.

Тим не менше, впровадження технологій Індустрії 4.0 в системах керування датчиками потужності надає величезні можливості для розвитку сталої енергетики та підвищення ефективності енергосистем.

### Література

1. Bahrin M. A. K., Othman M. F., Azli N. H. N., Talib M. F. (2016) 'Industry 4.0: A Review on Industrial Automation and Robotic', *Jurnal Teknologi*, 78(6–13). URL: <https://journals.utm.my/index.php/jurnalteknologi/article/view/9285>. DOI: <https://doi.org/10.11113/jt.v78.9285>.

2. PwC (2016) *Industry 4.0: Building the digital enterprise: PwC Global Survey* [online]. URL: <https://www.pwc.com/sg/en/publications/industry-40.html#:~:text=for%20further%20details,technologies%20will%20advance%20by%2020>.

## Використання доповненої реальності для створення віртуальних навчальних лабораторних стендів

О.В. Григорович, В.В. Полупан

*Національний університет харчових технологій*

Сучасні технології доповненої реальності дозволяють створювати та використовувати в навчальних потребах, наприклад під час виконання лабораторних робіт, віртуальні лабораторні стенди що моделюють певні фізичні процеси та явища.

У порівнянні з більш звичними віртуальними стендами, без використання доповненої реальності, стенди з використанням таких технологій мають більшу наочність та дозволяють більш точно зобразити фізичні процеси та явища, оскільки модельований об'єкт інтегрується з фізичним простором та може зображуватися в реальному масштабі. Також до переваг можна віднести незвичний спосіб подання матеріалу, що заохочує до навчання.

Однією з таких технологій є AR Core, що розроблена компанією Google. Ключовою перевагою цієї технології у використанні її в навчальних потребах є її доступність, високий рівень сумісності як з іншими програмними продуктами, так і з апаратним забезпеченням, наявність відкритої документації та широкий функціонал. Ця технологія дозволяє створити застосунок з використанням доповненої реальності на основі рушія Unity 3D, що буде сумісний з великою кількістю мобільних пристроїв, надавши при цьому увесь необхідний для розробки функціонал.

Для зразка та підтвердження можливості реального використання такого методу було створено робочий прототип застосунку. Застосунок дозволяє зображувати в реальному просторі віртуальні інтерактивні об'єкти та взаємодіяти з ними.



Рис. 1. Добірка захоплень екрана з зображеннями роботи застосунку.

На момент написання тези в застосунку наявні два таких об'єкти - секундомір та лабораторна установка з газовим лічильником та ротаметром. Секундомір має чотири функціональні елементи – дисплей, на який виводиться поточне значення відрахованого часу та 3 кнопки: «ПУСК», «ПАУЗА» та «СТОП». Установка з ротаметром має інтерактивний газовий кран (користувач має можливість змінювати його положення), ротаметр що показує витрату газу у поточний момент часу та газовий лічильник, що показує скільки газу було витрачено за весь час роботи установки. Незважаючи на те, що застосунок знаходиться у стадії прототипу, його вже можливо використовувати для виконання певних лабораторних робіт з метрології.

Даний напрямок має широкий простір для розвитку та удосконалень. Як приклад, використання технологій Cloud Anchors та Spatial Sharing дозволяє синхронізувати робочий простір між кількома користувачами та реалізувати збереження робочого простору в хмарі. Це дозволить створювати віртуальні лабораторії на базі звичайних аудиторій.

Альтернативою до використання цих технологій є застосування зображень-маркерів, що разом з використанням певних математичних методів дозволяють досягти аналогічного результату.

Також в застосунок можливо інтегрувати текстові та відео матеріали на додачу до інтерактивних об'єктів.

### Література

1. Google Developers. (n.d.). Getting started with AR Foundation | ARCore. [online] Available at: <https://developers.google.com/ar/develop/unity-arf/getting-started-ar-foundation>.
2. Unity Technologies. (n.d.). *AR Foundation | 5.1.0-pre.2*. [online] Available at: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.arfoundation@5.1/manual/index.html>.
3. Google Developers. (n.d.). Cloud Anchors allow different users to share AR experiences | ARCore. [online] Available at: <https://developers.google.com/ar/develop/cloud-anchors>.
4. thetuvix (2022). Shared experiences in Unity - Mixed Reality. [online] learn.microsoft.com. Available at: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/develop/unity/shared-experiences-in-unity> [Accessed 14 Nov. 2023].
5. Google for Developers. (n.d.). *Realistically light virtual objects in a scene* | ARCore. [online] Available at: <https://developers.google.com/ar/develop/unity-arf/lighting-estimation/developer-guide> [Accessed 14 Nov. 2023].
6. Google Developers. (n.d.). *Add dimension to images* | ARCore. [online] Available at: <https://developers.google.com/ar/develop/augmented-images>.



## **Використання технологій машинного навчання в управлінні ризиком** **О.М. Густера**

*Київський національний університет ім. Тараса Шевченка*

Життєздатність та адаптивність підприємств в сучасних умовах визначається ефективністю системи управління ризиками, що забезпечує оцінку змін навколишнього та внутрішнього середовища та формування відповідних реакцій у вигляді змін у стратегічному та тактичному плануванні.

Оцінка ризику може виконуватись з використанням різних методів – починаючи з чітко формалізованих статистичних методів і закінчуючи експертними що базуються виключно на суб'єктивній оцінці та досвіді особи що приймає рішення. При цьому статистичні методи прогнозування та аналізу даних дають більш точні та достовірні результати за умови коректного вибору джерела даних та математичної моделі.

Технології машинного навчання надають можливості підвищити ефективність та доповнити сучасним інструментарієм статистичний аналіз даних що найчастіше використовується як базове інформаційне джерело для оцінки ризику.

Так, наприклад, ризик настання такої ризикової події як кібератака на інфраструктуру може бути оцінений за допомогою аналізу даних про атаки на подібні підприємства з подібною інфраструктурою у попередні періоди а також даних про зовнішнє середовище конкретного підприємства. При цьому технології машинного навчання можуть використовуватись в даному випадку як для виявлення закономірностей та встановлення ключових ризикових факторів так і для визначення параметрів закономірностей і формування математичної моделі.

Основні задачі що дозволяють вирішувати технології машинного навчання в управлінні ризиками можна поділити на групи відповідно до наступних функціональних ознак:

- зниження ступеня невизначеності – отримання достовірної інформації про імовірність настання ризикової події чи ступень збитків що може бути отриманий при певних сценаріях,
- підвищення достовірності та точності прогнозних значень щодо кількісної оцінки ризику,
- можливість побудування точних та достовірних математичних моделей що описують взаємозв'язок між незалежними факторами та залежною (ризиковою) компонентною,
- виявлення нових джерел даних що неможливо було обробити та використовувати за допомогою інших методів аналізу даних.

Технології машинного навчання можуть використовуватись одночасно з іншими методами обробки та аналізу даних для визначення ключових закономірностей що впливають на загальну кількісну оцінку ризику та імовірність настанні ризикової події.

**Індустрія 4.0. в хімічній технології****В.О. Коломієць, Я.В. Смітюх***Національний університет харчових технологій*

Цифровізація хімічної промисловості стала однією з найпотужніших трансформацій століття. Трансформація була настільки переконливою, що її називають «індустрією 4.0», яка символізує четверту революцію в обробній промисловості.

Значні успіхи в індустрії технологій дозволили інтелектуальним машинам ставати розумнішими. Крім того, зусилля людей, спрямовані на впровадження автоматизації та механізації у повсякденне життя, дозволили цим машинам отримувати доступ до більшої кількості даних, роблячи підприємства ефективнішими, продуктивнішими та менш марнотратними.

Індустрія 4.0 має потенціал трансформувати хімічну промисловість шляхом оптимізації операцій і сприяння стратегічному зростанню. Такі технології, як Інтернет речей (ІоТ), адитивне виробництво, передова аналітика, штучний інтелект і робототехніка, можна ефективно інтегрувати з основними процесами конверсії та маркетингу для цифрової трансформації операцій у хімічній промисловості.

Хімічне виробництво відіграє важливу роль в Індустрії 4.0 як важливий постачальник інноваційних речовин для оцифрованих та інтелектуальних технологій. Модернізація хімічного виробництва вимагає постійного впровадження трьох стратегій, головним чином трансформації існуючих систем, операційної системи, що керується даними, і оцифрованої корпоративної структури. Ці механізми використовуються в хімічній промисловості шляхом реалізації таких напрямів: а) оцифровка; б) інтернет речей; в) інновації, орієнтовані на клієнта; г) розширене управління виробництвом і матеріалами; д) циркулярна економіка; е) зменшення відходів; ж) очищення на місці.

Пандемія вплинула на попит клієнтів, роботу ланцюга постачання, взаємодію між робочою силою та процедурами технічного обслуговування. Це дозволило хімічним компаніям створювати нові бізнес-моделі шляхом інтеграції цифрових технологій із операційною діяльністю клієнтів і індивідуальними продуктами, подовженням терміну служби продукту та вдосконаленою інформацією та послугами.

Аналіз даних допоміг визначити, виміряти та відстежити параметри, щоб запобігти поломці машини, а також забезпечити безпеку працівників. Аналітика великих даних, віртуальне середовище, широкий зв'язок, міжмашинний зв'язок і нові технології виробництва створили нові можливості для хімічної промисловості. Програми ІоТ дозволили компаніям хімічного виробництва оптимізувати роботу та сприяти стратегічному зростанню. Підприємства також можуть відстежувати та аналізувати енергію та інші комунальні послуги, спожиті критично важливими процесами, щоб заощадити на операційних витратах.

Аналітика моделювання попиту включала внутрішні та зовнішні елементи, такі як ринкові тенденції, сезонні профілі попиту, історію замовлень, побічні продукти та облікові записи, і об'єднувала дані попиту та прогнози з багатьох джерел на веб-платформі, допомагаючи підтримувати краще планування просування, прогнозування та моніторинг попиту клієнтів.

Розширені аналітичні можливості Індустрії 4.0 допомагають хімічним компаніям відстежувати тенденції, заохочуючи інноваційні підходи до контролю якості та зменшуючи простої, а також невідповідності. Крім того, ці технології розвиваються для кращого адміністрування процесів, надаючи операторам більшу свободу моніторингу даних приладів і діяльності об'єктів. Таким чином, хімічній промисловості, сектору з інтенсивними активами, стає легше постійно контролювати належне обладнання, щоб визначати та прогнозувати будь-які поломки.

Хімія 4.0 і циркулярна економіка працюють в унісон, щоб підтримувати стаке управління, уникаючи відходів через багаторазове використання та ефективно використовуючи побічні продукти, надлишки матеріалів і CO<sub>2</sub> як сировину. Крім того, важливе значення також приділяється хімічній переробці вихідної сировини, здатності до біологічного розкладання як циклу CO<sub>2</sub> та захисту клімату через використання промислової біотехнології, біопереробних заводів та використання відновлюваних джерел енергії. Скорочення витрат було однією з ключових переваг для заводів, які зазнали цифрової трансформації. Запровадження ефективних процесів означає докладання більших зусиль для створення циклічної економіки, зниження споживання енергії та витрат сировини на цьому шляху. Вчасне сповіщення про потенційні збої та неефективність установки дозволили групам технічного обслуговування виконати економний ремонт замість заміни деталей.

Одним із ключових способів, якими Industry 4.0 допомогла автоматизувати очищення на місці (CIP), є використання датчиків і аналізу даних. Датчики можуть контролювати різні параметри під час процесу CIP, такі як температура, тиск, швидкість потоку та концентрація хімікатів. Ці дані можна збирати та аналізувати в режимі реального часу, що дозволяє автоматично коригувати процес CIP на основі даних.

Фактично, Індустрія 4.0 скасувала вимогу до людської праці. Завдяки введенню правильних параметрів процесу та підготовці необхідних хімікатів система може працювати без будь-якого втручання людини, що спрощує досягнення компаніями стандартів аналізу ризиків і критичних контрольних точок (НАССР).

Можна стверджувати, що «Індустрія 4.0» значно вплинула на роботу і розвиток хімічних компаній, оскільки вони використовують цифрові рішення для віддаленої роботи та видимості ланцюга поставок, забезпечують свої цілі сталого розвитку та оптимізують виробництво. Однак, окрім технологій, ми спостерігаємо гнучкість хімічних компаній у адаптації до змін, передбачених «Індустрією 4.0», включаючи цифровізацію, стійкість, зменшення відходів, інновації, орієнтованість на клієнтів, і впровадження Інтернету речей і економіки замкнутого циклу.

**Розвиток промислової робототехніки в контексті Індустрії 4.0****Р.М. Міркевич, О.М. Міркевич***Національний університет харчових технологій*

Концепція робототехніки вперше з'явилася наприкінці 1960-х років, а до 1980-х років роботи почали використовуватися на практиці як промислові інструменти, що працюють у структурованому середовищі. Оскільки запровадження промислових роботів було спрямоване на підвищення продуктивності в обробній промисловості, дослідження та розробки робототехніки того часу зосереджувалися навколо точності та швидкості рухів роботів.

У минулому роботи в основному використовувалися на виробничих лініях, однак завдяки технологічним інноваціям використання роботів розширилося в різних галузях промисловості. До даних інновацій можна віднести інтеграцію різних функцій, які забезпечують функції переміщення робота, функцій безпеки, обмін з додатковим обладнанням (наприклад системами машинного зору), а також вдосконалення технології моделювання у вигляді створення та використання цифрових двійників та інших сучасних інформаційних технологій.

До цього дня галузь робототехніки все ще стрімко розвивається як за обсягом, так і за масштабом, еволюціонує до створення «розумних роботів» завдяки використанню штучного інтелекту, Інтернету речей (ІОТ) разом з іншими технологіями Індустрії 4.0.

Моделювання за допомогою цифрових двійників поширюється в усіх галузях промисловості, включаючи робототехніку, а технології Індустрією 4.0, швидко розвиваються. Передбачається, що робототехніка наступного покоління та пов'язані з нею технології відіграватимуть більш важливу роль, щоб відповідати динамічним вимогам кібер-фізичного виробництва в контексті Індустрії 4.0 та систем промислового інтернету речей (ІІОТ).

Промислові роботи все більше використовуються не лише у виробничих процесах, а і у сфері послуг. Використання роботів швидко поширилося, оскільки через появу COVID-19 у всьому світі зросла потреба в безконтактних послугах. Зростання ринку роботів задіяних у сфері послуг відбувається завдяки поширенню застосування роботів у нових застосунках, наприклад автоматичні магазини або автоматичні кав'ярні, які також забезпечують розширення застосування технології ІОТ до роботів завдяки чому, зменшуються витрати на оплату праці найманих працівників та технічне обслуговування[1].

Ці зміни в галузі робототехніки вимагають від компаній-інтеграторів використовувати стратегію, зосереджену на цінності, яку вони хочуть реалізувати за допомогою роботів, і на змінах, які необхідно внести в стратегії зв'язку між галуззю та наукою. Наразі в багатьох країнах є протоколи щодо того, як підійти до сфери робототехніки та Індустрії 4.0, але ніхто не готовий до неминучих і раптових змін, які зараз відбуваються. Щоб краще зрозуміти суспільну роль робототехніки, IEEE Robotics and Automation Society (IEEE RAS) провело дослідження Delphi, зосереджене на управлінні роботами [2].

Відповідно до цього дослідження - тільки використовуючи сучасні технології, ви можете максимально використати можливості, які пропонують роботи. Через це важливо, щоб інтегратори використовували сучасні досягнення науки та техніки, щоб допомогти забезпечити розвиток робототехніки, що швидко змінюється. Щоб досягти цього, важливо розуміти тенденції ринку робототехніки, щоб точно визначити та розуміти технології, які необхідно впроваджувати в роботизованих системах.

У результаті аналізу останніх тенденцій та досліджень, пов'язаних із роботами, та останніх основних проблем у індустрії робототехніки, було визначено що промислові роботи, які можуть максимізувати робочі характеристики роботів і надалі замінити людей, активізуються завдяки застосуванню нових програмних технологій, таких як технології Індустрії 4.0, технології штучного інтелекту та технології промислового інтернету речей.

Однак дослідження попиту в іншій галузі, яка шукає нових можливостей через впровадження роботів в сфери послуг, вважаються недостатніми. Це вказує на те, що дослідження в галузі роботів не обмежуються інженерними дослідженнями, але слід посилити дослідження з неінженерними галузями, такими як надання послуг та пошук нових способів використання за допомогою нових роботів або пропонування нових способів використання роботів.

Однак більшість досліджень щодо тенденцій або ринку робототехнічної промисловості в основному проводяться на основі експертних інтерв'ю, опитувань або літературних досліджень. З цієї причини існуючі дослідження чітко не відображають швидкі зміни та розширення статусу галузі робототехніки, а інші методи дослідження, обробка яких займає відносно багато часу, ускладнюють своєчасне визначення відповідних питань. Щоб вирішити цю методологічну проблему, існує потреба в дослідницькому методі, який використовує велику кількість неструктурованих даних, щоб отримати якомога більше актуальної відповідної галузевої інформації та дозволити дослідникам виконувати своєчасний аналіз.

### Література

1. Розвиток робототехніки: майбутнє вже настало. [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://metinvest-smc.com/ua/articles/razvitie-robototexniki-budushee-uzhe-nastupilo/>.
2. В.О. Boesl and M. Bode. Signaling sustainable robotics – a concept to implement the idea of robotic governance. In Proc. of the 23rd IEEE International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES'19), Hungary, pages 143–146. IEEE, April 2019.
3. Ноджак Л. С. Розвиток Індустрії 4.0 в Україні: Проблеми та перспективи / Любов Степанівна Ноджак. // Економіка та суспільство. – 2022. – №45.

## Addon-visualizer structural components appreciation for functionality expanding of the network environment of experimental research

Tetyana Neroda

*Ukrainian academy of printing*

Networked experimental research environments play a key role in educational technology, providing the infrastructure for a variety of remote or virtual measurements and simulations. Such online solutions became especially relevant when introducing the total isolation of students and teachers caused by the coronavirus infection. Further, after the brusque escalation of Russian aggression, after the destruction of university institutions and the rapid increase of academic refugees, similar network laboratories fully support the quality of training of engineering degree applicants.

However, the existing functionality of building and researching the scheme of the experiment today requires expansion, in particular in the visual presentation of data. The optimal means of separating the initial code of the virtual experiment environment and attaching specialized toolkit for processing research results is a web service that encapsulates a set of related functions and data using the addon mechanism. The presented project substantiates the structural components of the interactive addon-visualizer for preparing reports with optimal display of various categories of experiment results.

For the experimental research environment [1], used at the department of Automation and computer technologies of the Ukrainian Academy of Printing, it was decided to develop an addon in the form of a separate software module that allows to enlarge or removing functionality depending on the needs of the educational program of the educational discipline. To provide flexibility in choosing the necessary tools for a specific experiment, the structure of the **network laboratory** was expanded with appropriate host blocks. Components of the interactive addon and host blocks communicate through a refined interface interaction (Fig. 1).

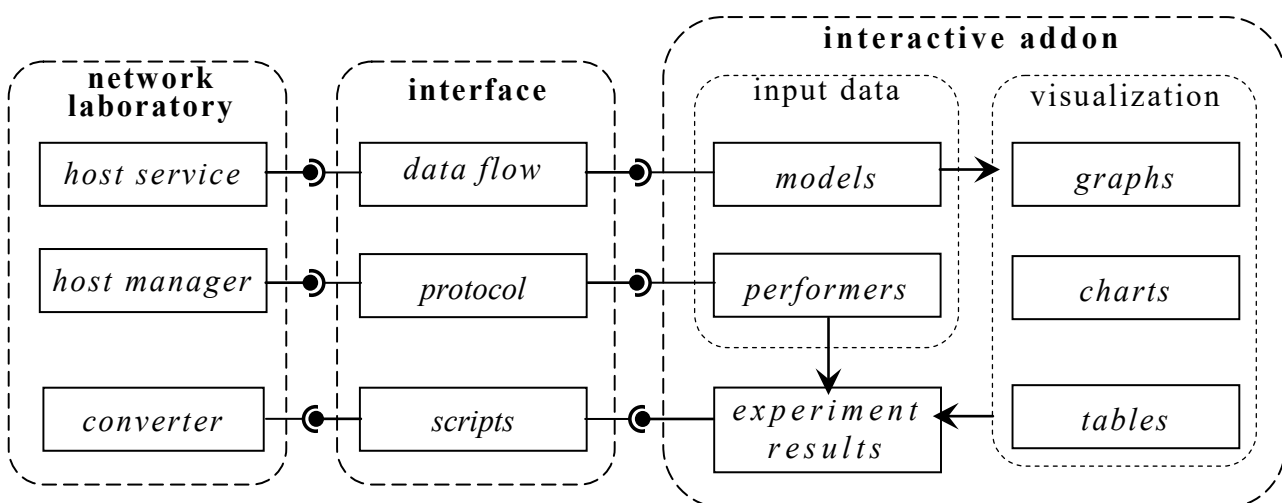


Fig. 1. Advanced framework of interactive addon for experiment results visualization

So, the specified **interface** receives the corresponding *data flow* from the corresponding *host service* of the laboratory. Next, the addon extracts a mathematical *model* of one of the investigated processes. The input data component processes the models and passes the resulting parameters to the visualization component. Therefore, the addon provides specialized visualization mechanisms that are optimized direct for the requirements of a specific experiment or research while effectively presenting the results of the experiment. This includes filtering and categorizing numerical data in the form of *graphs*, *charts* and *tables*, which facilitates the perception and analysis of the obtained results. The component is defined by graphical controls for interactive interaction with the user, while visualization libraries will allow creating a variety of visual aids to effectively present the results of experiments. It also provided interactive means that allow deeper interaction with the data, providing the ability to quickly modify the parameters and view the details of the experiment. This expands the limits of perception and provides a more accurate and understandable display of data. The designed addon provides customization options for users, which is important when working with various types of research and experiments. For this, the *host manager* from the laboratory environment transmits the topic of the lesson according to the educational and professional program of the specialty, the last name of the *performer* and his academic affiliation through the appropriate *protocol*. In this way, feedback is implemented in the educational process, which allows for the integration of the evaluation system and the attestation of students. Standardization of interaction allows to ensure universality between all modules of the deployed framework. This will enable fast and seamless integration, helping to expand the framework's capabilities and ensure its successful operation in a variety of research environments.

The structure of the framework is carefully designed to ensure efficiency, flexibility and easy extensibility. Each component has a specific rationale aimed at improving data handling and visualization in a networked experimental research environment. Well-grounded structural components of the **interactive addon-visualizer** provide specialized visualization for specific educational research tasks. Working in real time, the addon provides flexibility in setting, which makes the presented solution an optimal extension of the functionality of the network experimental environment. This simplifies the process of introducing new features without having to completely revise or change the core lab module. Thus, the use of the designed addon-visualizer is justified due to its integration capabilities, support for personalization, and a convenient mechanism for generating scientific reports with the results of the experiment. Further research will be focused on building adequate *scripts* for target delivery of graphical and tabular structures to the *converter* block.

### References

1. Neroda T. 2022. Streamlining and distribution the research results content in computerized learning experiment environment. Trends in science and practice of today. Vol. 29.
2. Melzer S. et al. 2023. Simulation of Database Interactions for Early Validation of Digitized Enterprise Processes. Procedia Computer Science. Vol 219.

## Енергоефективні методи передачі даних між IoT-пристроями в системі розумного будинку

**О. В. Нечипоренко, М. С. Прудько, В. С. Сидоров**

*Черкаський державний технологічний університет*

У сучасному світі технологій – розумні будинки стають невід'ємною частиною нашого повсякденного життя. Ефективна передача даних між IoT-пристроями у цих системах стає ключовим елементом для забезпечення їхньої стабільної та стійкої роботи. Енергоефективні методи передачі відіграють важливу роль у зниженні загального енергоспоживання системи та забезпеченні довгострокової стійкості.

Одним з важливих аспектів енергоефективності передачі даних між IoT-пристроями є використання оптимізованих протоколів зв'язку. Сучасні протоколи, спроектовані з урахуванням специфіки розумних будинків, забезпечують мінімальні затримки та енергоспоживання під час передачі даних. Застосування таких протоколів створює основу для ефективної комунікації між пристроями, мінімізуючи споживання енергії та підвищуючи загальну продуктивність системи.

Технології стиснення даних також відіграють важливу роль в енергоефективності передачі в розумних будинках. З урахуванням великого обсягу інформації, що генерується і передається пристроями, використання сучасних методів стиснення допомагає суттєво зменшити обсяг переданих даних. Це не тільки скорочує витрати на передачу даних через мережу, але й зменшує енергоспоживання, що особливо важливо для пристроїв з обмеженим джерелом енергії, таких як датчики та пристрої в режимі очікування.

Модульна архітектура мережі IoT надає ще одну перспективу для оптимізації передачі в розумних будинках. Вона відіграє критичну роль у створенні стійких та ефективних екосистем. Ця концепція передбачає поділ мережної інфраструктури на невеликі, самостійні модулі, що забезпечує гнучкість та масштабованість системи. Початкова перевага модульної архітектури в мережі IoT – це можливість групувати пристрої схожого функціоналу в єдині блоки. Це оптимізує передачу даних усередині груп та зменшить навантаження на центральні вузли мережі, знижуючи цим енергоспоживання. Крім того, модульна архітектура сприяє гнучкості системи. Пристрої можуть додаватися або видалятися з мінімальними змінами загальної мережевої структури. Це дозволяє легко впроваджувати нові технології та оновлювати пристрої, забезпечуючи довгострокову актуальність системи. В результаті модульна архітектура мережі IoT не тільки підвищує ефективність передачі даних, але також робить мережу більш гнучкою і стійкою. Вона є фундаментальним елементом для створення інтелектуальних та адаптивних систем, які можуть ефективно справлятися із викликами сучасного світу.

Впровадження енергоефективних технологій бездротового зв'язку, таких як NB-IoT та LoRa, відіграє важливу роль у забезпеченні стабільної передачі даних на великі відстані з мінімальним споживанням енергії. NB-IoT, володіючи



низьким енергоспоживанням та високою надійністю передачі даних, стає основою для зв'язку між різними розумними пристроями у будинку. Від датчиків безпеки до розумних термостатів NB-IoT забезпечує ефективну комунікацію в умовах обмеженої пропускну здатності. З іншого боку, технологія LoRa надає довгий радіус дії, дозволяючи пристроям у розумному будинку залишатися пов'язаними на великих відстанях. Це особливо корисно для розумних будинків із великими територіями. LoRa підтримує надійну передачу даних на значні відстані, що робить його невід'ємним елементом у побудові інфраструктури комунікацій розумного будинку.

Поєднуючи ці технології, розумний будинок стає енергоефективним, стабільним та інтелектуальним простором, де пристрої взаємодіють між собою, забезпечуючи високий рівень комфорту, безпеки та ефективності. Такі інновації сприяють формуванню майбутнього, де технології слугують покращенню якості нашого повсякденного життя. Оптимізація мережевої топології, що ґрунтується на фактичному розташуванні та характеристиках пристроїв, є важливим аспектом енергоефективної передачі даних. Розробка розумної топології мережі дозволяє скоротити витрати на передачу даних та забезпечити ефективне використання ресурсів.

Управління енергоспоживанням пристроїв у реальному часі стає необхідним елементом для адаптації системи до сучасних умов. Механізми автоматичного регулювання енергоспоживання пристроїв у режимах очікування або за низької активності дозволяють зменшити енергоспоживання, зберігаючи при цьому функціональність системи. Перспективи використання квантового зв'язку в розумних будинках надають ще більше можливостей оптимізації передачі даних. Дослідження в галузі квантового зв'язку передбачають революцію в галузі безпеки та ефективності передачі даних, що може позитивно позначитися на розумних будинках майбутнього.

Енергоефективні методи передачі у системах розумного будинку є не лише технічною необхідністю, а й ключем до створення стійких та ефективних технологічних рішень. Оптимізація протоколів зв'язку, використання стиснення даних, модульна архітектура мережі, енергоефективні технології бездротового зв'язку, оптимізація топології мережі та управління енергоспоживанням – всі ці фактори спільно забезпечують інтелектуальність та стійкість розумних будинків, роблячи їх невід'ємною частиною нашого сучасного життя.

### **Література**

1. Tzeremes, Vasilios, Goma, Hassan, 2018. A Software Product Line Approach to Designing End User Applications for the Internet of Things, In Proceedings of the 13th International Conference ICSOFT 2018, p.656-663.
2. Wang, Xin-Liang, Huang, Qing-Gai, 2018. Infusion Monitoring Communication Model of Smart Home Based on Coloured Petri Net. Int J Bioautomation, 22(3), p. 239-252.
3. Байчевський, С. М., 2019. Проблема персональних даних в системах Інтернету речей з елементами штучного інтелекту. Інформація і право, 4(31), с. 61-67.

## Використання мікросервісної архітектури в індустрії 4.0

М.С. Романов

*Національний університет харчових технологій*

Метою Індустрії 4.0 є створення більш з'єднаних, цифровізованих, інтелектуальних та автономних систем виробництва, які можуть покращити ефективність, зменшити витрати та підвищити якість продукції. Такі системи зазвичай включають в себе кілька додатків та пристроїв, які повинні безперешкодно взаємодіяти один з одним. Так з'явилась сервіс-орієнтована архітектура (SOA), що була дуже успішною в створенні модульних, слабо зв'язаних сервісів, які можна комбінувати для створення більших систем. Її подальший розвиток, мікросервісна архітектура (MSA), розроблена, щоб позбавитись надлишкової складності, яка притаманна SOA, для покращення таких аспектів, як гнучкість, взаємодія, незалежність та масштабованість. MSA – це стиль архітектури програмного забезпечення, де додатки будуються як колекція невеликих, незалежних та слабо зв'язаних сервісів. Кожен мікросервіс розроблений для виконання конкретного функціоналу і може бути розроблений, впроваджений та масштабований незалежно. вони зазвичай взаємодіють між собою через чітко визначені, стандартизовані та легкі протоколи, їх можна розробляти за допомогою різних мов програмування, баз даних та технічних стеків, за умови відповідності загальному набору інтерфейсів та стандартів.

Можна виділити наступні переваги MSA:

**1. Незалежність та модульність:** MSA сприяє створенню невеликих, незалежних модулів, які можуть бути розроблені, розгорнуті та масштабовані незалежно один від одного.

**2. Гнучкість та масштабованість:** якщо один мікросервіс потребує більше потужності, його можна масштабувати незалежно від інших, що поліпшує ефективність використання ресурсів.

**3. Швидкодія:** Завдяки своїм невеликому розміру та незалежності, мікросервіси можуть швидше розгортатися та взаємодіяти між собою.

**4. Легка заміна та оновлення:** можливість оновлення або заміни мікросервісів незалежно від інших компонентів системи.

**5. Зменшення залежностей:** незалежність мікросервісів дозволяє розробникам використовувати різні мови програмування та технології для кожного сервісу, що допомагає вибирати оптимальні інструменти для кожної конкретної задачі.

**6. Підвищена оперативна ефективність:** MSA сприяє розподілу завдань між різними командами розробників, що забезпечує ефективнішу роботу та пришвидшує розробку продукту.

MSA дозволяє створювати більш гнучкі, швидкодіючі та ефективні системи, адаптовані до поточних потреб індустрії.

1. Wollschlaeger, M.; Sauter, T.; Jasperneite, J. The Future of Industrial Communication: Automation Networks in the Era of the Internet of Things and Industry 4.0. IEEE Ind. Electron. Mag. 2017, 11, 17–27.

2. H. Bloch et al., “A microservice-based architecture approach for the automation of modular process plants,” IEEE Int. Conf. Emerg. Technol. Fact. Autom. ETFA, pp. 1–8, 2018.

**Автоматизована система керування комплексом крафтового пивоваріння на базі цифрових двійників****М.О Романов***Національний університет харчових технологій*

Впровадження принципів Індустрії 5.0, зокрема принципу людиноцентричного виробництва у галузі крафтового пивоваріння зумовлює необхідність погляду на компетенції пивовара як на важливий ресурс виробництва. Їх формалізація у вигляді переліку та нормативів людино-годин потрібних для виробництва продукту не дозволяє вирішувати завдання керування.

Компетенції мають складну нелінійну структуру, їх застосування має ймовірнісний характер, присутній ефект накопичення – процеси навчання. Більш того, саме забезпечення росту компетенцій є завданням для довгострокового та середньострокового планування виробництва. Разом з тим ріст компетенції пивовара призводить до виробництва продукту більш високої якості, фактично іншого продукту – пива, що по своїм характеристикам значно переважає середньостатистичні зразки на ринку, що є характерним саме для крафтового виробництва. Тож вирішувати завдання росту компетенції пивовара потрібно синхронно із зростанням вимог споживачів до продукту.

Характерною особливістю запропонованого підходу є погляд на вимоги споживача як на компетенції – також складну нелінійну структуру, і ймовірнісним характером оцінок та ефектами накопичення. Таким чином завданням дослідження є розглянути методи та способи оптимізації планування виробництва на базі не тільки ресурсів сталої структури із деякою варіабельністю параметрів, як то обладнання чи матеріальні ресурси, а також з урахуванням ресурсів змінної у часі структури із ймовірнісним характером застосування – компетенції пивовара чи споживача. Запропонувати архітектуру системи керування відповідно до цих вимог.

На відміну від класичної архітектури, що відображає піраміду автоматизації та є ієрархічною комбінацією різноманітних систем на різних рівнях у рамках організації, для вирішення завдань сформульованих вище пропонується сервіс-орієнтована архітектура, коли окремі системи автоматизації, чи окремі завдання та функції цих систем існують незалежно та ізольовано одна від одної, обмінюючись даними між собою через доступ до загального сховища даних організації, що фактично містить цифровий двійник підприємства.

Загальне сховище з технологічної точки зору є розподіленим гетерогенним сховищем, що зберігає різноманітні записи у різних форматах. З точки зору інформаційної безпеки є критичні дані внутрішнього для організації використання, операційні дані що не є критичними та можуть бути частково публічними – із обмеженим та контрольованим доступом – наприклад доступні для споживачів, та дані що мають публічний характер за замовчанням. Наприклад дані щодо структури компетенцій споживача чи пивовара є

публічними апріорі, оскільки формуються як результати узгодженого бачення широкого круга гравців галузі. Створення організацію власної, закритої версії структури компетенцій споживача виглядає алогічним – адже тим самим стверджується що стороння організація має знання щодо споживача недоступні йому самому. До того ж не кожен споживач бажає ділитися власним досвідом споживання – таким чином організація спочатку не є власником інформації, і процеси створення баз знань на основі цієї інформації вимагають спільного доступу на основі договорів.

Не менш важливою є узгоджена онтологічна визначеність даних у загальному сховищі. Різноманітність даних потребує багато інтерфейсів щодо їх інтерпретації – кожна функція-сервіс має потребу в інформації власно-специфічної структури. З іншого боку є вимоги ідентифікації та відсутності дублювання. Отже центральне сховище відповідає не тільки за збереження даних цифрових двійників процесів та ресурсів підприємства, а й за трансформацію цих даних у структури, онтологія яких відповідає вимогам конкретного сервісу.

Підсумовуючи вимоги до архітектури системи керування можемо описати її як неієрархічну шину даних та набір мікро сервісів що працюють з нею. Враховуючи що кожен мікро сервіс, в особливості бази знань по компетенціях, є окремим незалежним компонентом, дані якого та правила їх обробки є здебільшого публічною власністю, або власністю спільноти що приймає участь у її формуванні, архітектура системи керування найкраще представлена як платформа, на базі якої підприємство та спільноти що його оточують, співпрацюють задля загальної мети, розподіляючи доступ до даних та спільно користуючись загальнодоступними сервісами.

## Література

1. Computer integrated manufacturing: overview of modern standards / A.Pupena, I. Elperin, R. Mirkevich, O. Klymenko. // Automation of Technological and Business - Processes. – 2016. – №3. – С. 63–74.
2. ISO 23247-1 First edition 2021-10 Automation systems and integration — Digital twin framework for manufacturing — Part 1: Overview and general principles.
3. IEC 62264-1 Edition 2.0 2013-05 Enterprise-control system integration – Part 1: Models and terminology.

**Інформаційна система прогнозування об'ємів генерації сонячної енергії****В.В. Сватко, А.П. Котлярів***Національний транспортний університет*

Одним із ключових джерел виробництва відновлюваної енергії в Україні є фотоелектричні системи. Проте виробництво сонячної енергії сильно залежить від коливань показників погоди. В той же час, прогнозування виробництва електроенергії за допомогою погодних даних має ряд економічних переваг, включаючи надійне планування виробництва та активну торгівлю електроенергією.

Точне прогнозування вироблення сонячної енергії дозволяє ефективно та системно управляти та планувати роботу електростанції. Потужність, що передається в електричну мережу фотоелектричною установкою, істотно залежить від погодних умов. Оскільки час відгуку фотоелектричної установки дуже малий, вихідна потужність фотоелектричної установки уважно стежить за зміною сонячного випромінювання. Часто детерміновані зміни сонячного випромінювання супроводжуються коливаннями, що мають хаотичний характер (проходженням хмар, вітру тощо) [1]. Раптова зміна сонячного опромінення може спричинити так званий стрибок сонячного випромінювання, термін, який відноситься до управління мережею, коли сонячне випромінювання відчуває швидкі зміни, спричиняючи однаково стрибки вихідної потужності [2]. Дослідження різних авторів показують, що точне прогнозування вихідної потужності фотоелектричної установки дозволяє ефективно керувати мережею та підвищує її експлуатаційну безпеку [3]. Точність прогнозування вихідної потужності фотоелектричної установки значною мірою визначається точністю прогнозування сонячного випромінювання. В останні роки у всьому світі було докладено величезних зусиль для підвищення точності прогнозів [4, 5].

Ключовими погодними параметрами, що впливають на розмір виробленої сонячної енергії є: сонячне випромінювання; хмарний покрив (площа покриття хмарами); швидкість вітру; вологість; температура навколишнього середовища; наявність опадів тощо.

Більшість досліджень для прогнозування рівня майбутнього сонячного випромінювання або генерування фотоелектричної енергії на сонячних установках базуються на використанні погодних даних. Недоліком такого підходу є те, що більшість попередніх досліджень були зосереджені на використанні лише одного джерела, і лише декілька досліджень намагалися використати декілька джерел інформації.

Дослідження, представлені у [6-7] моделюють майбутнє виробництво фотоелектричної енергії з використанням оголошених прогнозів погоди, орієнтованих на майбутній час. Тим не менше, прогнози погоди мають деякі проблеми щодо якості даних. По-перше, вони не зовсім точні, і метеорологічні станції, як правило, оголошують значення без врахування майбутніх відхилень [8]. Це може обмежити ефективність отриманих прогнозних моделей, які покладаються лише на такі прогнози погоди. По-друге, прогнози погоди

метеорологічних станцій, як правило, включають менше змінних порівняно з метеорологічними даними.

Для моделювання процесу виробництва сонячної електроенергії використовуються такі методи машинного навчання, як нейронні мережі та регресійні моделі, показали високу ефективність прогнозування часових рядів.

Таким чином, для збільшення точності прогнозування показників виробництва електроенергії доцільно використовувати дані про поточні показники погоди, а також прогнозовані дані з декількох різних джерел.

У зв'язку з цим, вважаємо актуальним при створенні програмного забезпечення для планування виробництва сонячної електроенергії використовувати дані з декількох ресурсів одночасно. Крім того, враховувати не лише фактичні показники, а і прогнозовані дані.

Для створення даної інформаційної системи використовувався наступний стек технологій: для розробки back-end частини додатку було використано мову програмування Java, для розробки front-end – JS, Angular, Spring. Також, для бази даних використано СУБД – MySQL.

Розроблена інформаційна система дозволяє визначати прогнозну кількість виробленої енергії на наступну добу з урахуванням показників погоди з декількох джерел одночасно. Крім того, розроблена інформаційна система дозволяє користувачам в онлайн режимі отримувати інформацію про фактично вироблений об'єм електричної енергії.

Для перевірки коректності роботи програмного продукту було протестовано його роботу на різних операційних системах користувачів та різних браузерях. Результати проведеного тестування дають можливість вважати, що створений веб додаток коректно працює на різних ОС та браузерях.

### Література

1. Tomson T., Russak V., Kallis A. Dynamic behavior of solar radiation. Modeling Solar Radiation at the Earth Surface. Springer, Berlin. 2008. P.257-281.
2. Mills A., Ahlstrom M., Brower M., Ellis A., George R., Hoff T., Kroposki B. IEEE Power Energy M 9. 2011. P.33 – 41.
3. Perez R., David M., Hoff T.E., Jamaly M., Kivalov S., Kleissl J., Lauret P., Perez M. Foundations and Trends in Renewable Energy 1. 2016. P.1-44.
4. Kleissl J. Solar energy forecasting and resources assessment. Elsevier, Oxford. 2013.
5. Antonanzas J., Osorio N., Escobar R., Urraca R., Martinez-de-Pison F.J., Antonanzas-Torres F. Online Forecasting of the Solar Energy Production. Sol Energy, 136. 2016. P.78-111.
6. Detyniecki, M.; Marsala, C.; Krishnan, A.; Siegel, M. Weather-based solar energy prediction. In Proceedings of the 2012 IEEE International Conference, Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), Brisbane, Australia, 10 June 2012.
7. Bacher, P.; Madsen, H.; Nielsen, H.A. Online short-term solar power forecasting. Sol. Energy 2009, 83, 1772–1783.
8. Sharma, S.; Jain, K.K.; Sharma, A. Solar cells: In research and applications—A review. Mater. Sci. Appl. 2015,6, 1145.

## **Аналіз механічних процесів для зберігання та утилізації відходів оперативної поліграфії**

**Д. І. Сторожук**

*Українська академія друкарства*

Сучасний стан довкілля зумовлює необхідність активізації всеосяжної участі підприємств у дослідженні шляхів зменшення негативного впливу на природу. Зокрема оперативна поліграфія як інтенсивний споживач ресурсів вимагає уваги в контексті розвитку екологічної відповідальності. Дослідження можливостей безпечного захоронення токсичних відходів чи використання вторинних ресурсів в поліграфічній галузі та ефективності їхньої утилізації є ключовими аспектами досліджень науковців екологічної сфери. Отже, пошук оптимальних стратегій для мінімізації впливу поліграфічної діяльності на довкілля та раціонального використання ресурсів є актуальним напрямком підвищення екологічної відповідальності за належне зберігання та утилізацію.

Першочерговим завданням є аналіз характеристик субстратів, які використовуються в поліграфії. Це включає в себе вивчення їхньої хімічної структури, фізичних властивостей та інших параметрів, які визначають їхню придатність для вторинної переробки. Виконана класифікація та подальший аналіз розмаїтості залишків широкого переліку субстрату [1], що має місце в результаті виконання поліграфічних замовлень, дозволив впорядкувати висновки щодо їхнього впливу на довкілля та спонукав до пошуку оптимальних стратегій та технологій їхньої обробки, зокрема можливостей використання хімічних реагентів та ефективних механічних процесів.

Механічні процеси відіграють важливу роль в оптимізації зберігання та утилізації відходів оперативної поліграфії, сприяючи ефективнішому використанню ресурсів та зниженню впливу на навколишнє середовище. Шредери та розмелювачі використовуються для руйнування та розмелювання великих аркушів паперу, картону та інших матеріалів на менших частинах. Це полегшує подальшу обробку та переробку відходів. Преси для виходів використовуються для стиснення великих обсягів паперу та картону в тверді брикети або блоки, що полегшує їх транспортування та зберігання. Механічні процеси відсівання та сортування можуть використовуватися для розділення різних матеріалів, таких як папір, картон, пластик, для подальшого використання або вторинного використання. Магнітні сепаратори застосовуються для вилучення металевих елементів з відходів на етапі сортування та утилізації. Скринінг і грохотування виконують вилучення дрібних частинок та утворюються з матеріалів перед їх подальшою обробкою.

Застосування цих механічних процесів сприяє ефективному управлінню відходами, зменшенню обсягів змішування та покращенню стійкості навколишнього середовища. При цьому важливо забезпечити специфіку відходів поліграфічної промисловості та вибрати механічні процеси, які найбільше відповідають конкретним потребам і вимогам компаній.

1. Сторожук Д. 2023. Призначення поліграфічного субстрату залежно від типу друкованої продукції. Квалілогія книги, №5. 89-91.

**Автоматизована система керування виробництвом цукру з використанням концепції Digital Twins та методів машинного навчання****Шевченко Р.В.***Національний університет харчових технологій*

Значну частку промисловості України займає аграрний сектор та сектор харчової промисловості. Однією з ключових галузей в цьому контексті є виробництво цукру. На сьогоднішній день виробництво цукру стикається з рядом викликів, в тому числі і через військову агресію Російської Федерації, що збільшує навантаження на промисловість та вимагає рішень в області максимізації ефективності використання ресурсів та впровадження інноваційних підходів для забезпечення стійкості та ефективності виробництва, зменшення витрат енергоносіїв, покращення показників якості продукції та відкриття більших масштабів продуктивності. Цього результату можна досягти завдяки цифровізації виробництва та проведення методичного дослідження зв'язків, у тому числі і неявних, між технологічними змінними, побудові моделі виробництва та окремих ділянок, таким чином підійшовши впритул до концепції використання Digital Twin.

Відповідно до [1] Digital Twin дозволяє досліджувати, аналізувати, експериментувати у пошуку оптимальних параметрів роботи процесу, збільшення якості продукції, та проведення предикативної діагностики обладнання, що в свою чергу зменшує витрати на проведення обслуговування та дозволяє активно допомагати оператору у підтримці оптимальних параметрів виробництва, для чого відбувається цифровізація. Загалом можна виділити 3 етапи:

- створення моделі;
- насичення моделі реальними даними (створення цифрової тіні), та аналіз та вплив моделі зворотного зв'язку на технологічні параметри;
- пошук зв'язків між параметрами та предикативне обслуговування (перехід до цифрового двійника).

Проблематика, що вказана у [2], де описаний процес очистки соку, а також вплив параметрів на загальне виробництво, як на якість продукції так і на питомі витрати є актуальною. Також варто зазначити, що процес подачі вапнякового газу II сатурації дуже чутливий і важко коригований в умовах відсутності чітко дослідженого впливу збурень: не завжди регламентованих у часі процесів промивки, продувки, очистки фільтрів чи зміни концентрації газу. Досить влучно було підкреслено, що процес виробництва цукру – багатокроковий та включає в себе багато виробничих операцій та окремих відділень і проблема розкривається у складності виявлення зв'язків між параметрами на виробництві, які можуть знаходитись досить далеко, наприклад при зменшенні кількості соку, що відкачується з ошпарювача ділянки дифузії почнеться збільшення концентрації сухих речовин, що матиме вплив не тільки на наступний етап сокоочистки, а й на випаровування соку, оскільки збільшення



концентрації сухих речовин на вході у випарну ділянку може призвести до неефективного використання пари, а також до надлишкового уварювання та карамелізації у останніх корпусах випарної ділянки, що у свою чергу може призвести до падіння витрати сиропу на виході та зниженню якості технологічного процесу. Також не можна забувати, що неефективне використання пари збільшить питомі витрати виробництва. Як і зазначено у [2], процес аналізу та збору даних відбувається в зовсім різних ділянках: результати аналізів лабораторії, архіви та бази даних SCADA систем, параметри виводів та лічильників ТЕЦ. Існує загальна необхідність фільтрації даних з датчиків, що ускладнює дослідження, впливають різні технологічні параметри між ділянками на загальні питомі витрати та один на одного. Також при зборі даних з об'єкта дослідження було виявлено, що у останній місяць сезону роботи відбулось різке збільшення витрат електроенергії на 12.5%, при тому що сам об'єкт працював в уставленому режимі і без дослідження зв'язків та моделі виявити причини даного явища дуже витратно по ресурсам.

Як вказується у [3], де представлені мульти-мастшабовані моделі, їх можна використати у дослідженні для пошуку зв'язків між різними рівнями та ділянками, не обмежившись пошуком локальних зв'язків у межах одного локального процесу, чи параметрів, що неможливо реалізувати не маючи досліджених зв'язків між параметрами якості різних ділянок виробництва.

Таким чином, розробка моделі цифрового двійника з використанням методології машинного навчання для пошуку неявних зв'язків, впливу технологічних параметрів на питомі витрати та один на одного з пошуком оптимальних значень, є актуальною для сьогодення і потребує системного підходу до збору, попередньої обробки даних та використання методів машинного навчання для побудови моделей Digital Twin.

### Література

1. Attaran, M. and Celik, B.G. (2023). Digital Twin: Benefits, use cases, challenges, and opportunities. *Decision Analytics Journal*, 6, p.100165. [Електронний ресурс] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S277266222300005X?via%3Dihub>
2. Vasylieva, L., Zaiets, N., Lutska, N., & Savchuk, O. (2022). Neural Network Model for Predicting the Resource Efficiency of the Defecosaturation Department of a Sugar Factory. Являється частиною: *Networks and Systems book series (LNNS, volume 569)* pp. 121–131. [Електронний ресурс] [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-19958-5\\_12](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-19958-5_12)
3. Udugama, I.A., Kelton, W. and Bayer, C. (2023). Digital Twins in food processing: A conceptual approach to developing multi-layer digital models. *Digital Chemical Engineering*, p.100087. [Електронний ресурс] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772508123000054?via%3Dihub>

5

СЕКЦІЯ

*ІНФОРМАЦІЙНІ  
СИСТЕМИ  
КЕРУВАННЯ  
У ВИРОБНИЦТВІ  
ТА ОСВІТІ*

## **Method for Cryptographic Information Protection in Health and Medical Care Field**

**L. Bai, K. Radchenko**

*National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

The vigorous development of “internet plus healthcare” [1], the continuous improvement of smart medical applications, the growing number of big data applications in the health field, and the continuous emergence of new businesses and application methods have brought a variety data security issues in China's health care field. There has been a trend to use big data at all stages of the whole life process of health diagnosis and treatment.

The researched cryptographic algorithm combines SM1, SM2, SM3 and SM4 technologies. SM1 is symmetric encryption. Its encryption strength is equivalent to AES. This algorithm is not publicly available, and when calling it, it needs to be called through the interface of the encryption chip.

The SM2 elliptic curve public key cryptography algorithm is a public key cryptography algorithm independently designed in China, including the SM2-1 elliptic curve digital signature algorithm, the SM2-2 elliptic curve key exchange protocol, and the SM2-3 elliptic curve public key encryption algorithm, which are used to achieve functions such as digital signature key negotiation and data encryption.

The difference between the SM2 algorithm and the RSA algorithm is that the SM2 algorithm is based on the discrete logarithmic problem of point groups on elliptic curves. Compared to the RSA algorithm, the strength of the 256 bit SM2 password is already higher than that of the 2048 bit RSA password [2].

SM3 hash algorithm is a password hash algorithm independently designed in China, suitable for the generation and verification of digital signature and verification message authentication codes in commercial password applications, as well as the generation of random numbers. It can meet the security requirements of various password applications.

To ensure the security of the hash algorithm, the length of the hash value generated should not be too short. For example, MD5 outputs a 128 bit hash value, and the output length is too short, which affects its security. The output length of SHA-1 algorithm is 160 bits, while the output length of SM3 algorithm is 256 bits. Therefore, the security of SM3 algorithm is higher than that of MD5 algorithm and SHA-1 algorithm [2].

The SM4 block cipher algorithm is a group symmetric cipher algorithm independently designed in China, used to encrypt/decrypt data to ensure the confidentiality of data and information. The basic condition for ensuring the security of a symmetric cryptographic algorithm is that it has sufficient key length. The SM4 algorithm has the same key length as the AES algorithm, with a group length of 128 bits, thus outperforming the 3DES algorithm in terms of security.

Based on password technologies such as dynamic passwords, message authentication codes, and digital signatures, the authenticity of digital identities of

individuals, devices, institutions, and other entities is ensured through diversified identity credentials. Doctors, nurses, and pharmacists have professional qualifications, and their online identities correspond to their professional identities, achieving consistency between their online identities and industry identities; For personnel entering and exiting important areas such as computer rooms, as well as operation and maintenance personnel, ensure their identity is trustworthy and effectively intercept unauthorized personnel from entering.

For all medical staff in hospitals, a unified and compliant digital certificate service system based on national secret digital certificates can be established to solve the problem of identity credentials and credential authentication for actors in the hospital information system. Medical information systems include various roles such as medical and nursing technology users, patients, office workers, operation and maintenance personnel, researchers, etc., which access business applications through terminals such as PC and APP through local area networks and the internet. Network communication transmission often exists in scenarios such as online registration, internet healthcare, and remote office work outside the hospital [3].

At the network layer, secure data transmission channels are established using National Security SSL technology to achieve identity authentication at the network layer, while protecting the integrity and confidentiality of data during communication, preventing medical data from being tampered with, leaked, or stolen. Usually, gateways based on national security algorithms and compliant with commercial password product authentication requirements are deployed in the DMZ area of hospitals, without the need to integrate with application systems to build a national security transmission channel.

At the application layer, password devices based on national security algorithms and meeting the certification requirements of commercial password products are usually deployed in the service area. Important data such as personal privacy information and patient reports are protected for confidentiality through the SM4 national security algorithm, and digital signature integrity is protected through the SM2 national security algorithm, ultimately achieving the confidentiality and integrity protection of important data transmission at the application layer.

Therefore, in the field of medical and health, data security is related to the safety of patient life, personal privacy, and public interests. In order to better protect medical data security and standardize medical data sharing, was suggested to pay special attention confidentiality for health and medical data controllers.

### References

1. Yang F., Shu H., Zhang X. (2021) 'Understanding "Internet Plus Healthcare" in China: Policy Text Analysis', *J Med Internet Res*, 23(7):e23779. URL: <https://www.jmir.org/2021/7/e23779>. DOI: 10.2196/23779.
2. Basic crawler reverse engineering, understanding SM1-SM9, ZUC national secret algorithm (2021) [online], *SegmentFault*. URL: <https://segmentfault.com/a/1190000040933093/en>.
3. Zheng W. Z., Liu Q. L. (2016). 'Changes and governance of China's Internet in 21 years', *Xinmin weekly*, 000(019), 16–19.

## **Model for Improving the Efficiency of Information Systems for Energy Saving of Municipal Buildings Based on Expert Assessments**

**O. Derevenko, O. Kravchenko**

*Taras Shevchenko National University of Kyiv*

Currently, the issue of energy saving is relevant for many scientific fields. Based on past energy saving methods, more efficient methods of achieving energy savings are constantly being developed. Communal facilities serve the designated territory of the city. Facilities that work around the clock and use the most important devices without interruption depend on energy savings. Such buildings are equipped with an automatic system of emergency connection of alternative sources of energy supply. This method provides energy security, but the cost of resources to provide such a system depends on energy conservation.

One of the popular methods for solving this problem is thermosanitization. Thermosanitization is a combination of works to increase the energy efficiency of buildings. In Kyiv, thermal sanitation of communal buildings is carried out by Municipal Enterprise "Project implementation unit for the Kyiv public building energy efficiency project". The goal of the utility company is the implementation of a policy in the field of energy conservation and energy efficiency, which is aimed at increasing the efficiency of the use of fuel and energy resources [1]. This method leads to efficient consumption of electricity and energy saving. Energy saving is a consequence of performing thermal sanitation, but is not the main focus. The method does not calculate the energy supply due to the configuration of the building's devices.

Expert methods are used to make optimal decisions for a certain issue. This method is implemented with the help of an interviewer and experts. The interviewer provides the set criteria and questioning to the individuals. Experts answer the questions in the form. The obtained results are analysed and a decision is made. This method is quick and easy. Expert assessment method depends on the number of required experts, the complexity of the issue, and the way in which the evaluations are obtained. An effective use of this method is the developed assessment method for planning energy supply implementations in enterprise buildings. [2]. Information technology is used to increase the efficiency of surveying experts and making decisions regarding the choice of the optimal structure of the power system.

The main goal of the project is to use the method of expert evaluations to create a model for improving the efficiency of energy-saving information systems. For this, questions are created for experts and data from system devices are provided. The criteria and data by which experts can correctly assess the situation in the construction system are described. Experts provide evaluations for the questions. The obtained estimates are analysed and used to make a decision on system configuration. After implementing changes in the system, a re-analysis is carried out. Based on the new data, the systems will be prepared for the next expert survey.

Questions will be constructed to meet expectations of a client and experts. Questions must be related to issue that client faces and meet expectations of experts.

Each provided question must be related to the field of expert's knowledge. General questions can be provided too. Questions must be discussed with a client and interviewer. Any questions can be modified and checked with experts.

The resulting models and methods will be implemented using existing solutions. For example: web applications, applications and virtual reality. Web applications are a popular and cheap way to implement a project. It is possible to connect a database to web applications. It is very easy to make changes to the web application according to the needs of the customer.

Application services provide a wide variety of device platforms, such as phones, computers and advanced networking devices. In this way, experts and the interviewer can perform work regardless of the place of work and the device. Creating a customized program is effective for fulfilling the needs of the client. Custom programs have their own factors. Professionals are needed to keep the program up to date. The program is designed for device compatibility at the enterprise level. The program should be understandable for both experts and interviewer.

Virtual reality (VR) has its own potential. Visualization of data, issues, and enterprise system models provides new perspectives for solving issues. Experts can view models of the system, building and data provided. It is possible to set up a building model with interactive devices and create a simulation of the system. This gives experts the opportunity to better approach the issue. Drawbacks of this approach are maintenance costs and limited space to install VR set up. There are solutions to limit VR for smaller room space.

By examining all highlighted solutions, current project will be developed using web applications and VR. Web application will be connected to VR set up. Due to limited work space VR programs will be designed to be controlled with keyboard and mouse. VR implementation can be costly or limited to users despite the implemented solutions. Experts can still use web application without VR. The design of web application must meet the requirements of its users. Provided data must be presented in understandable way. Design of question forms must not distract experts from giving feedback. Same rules apply to design of VR program.

Certain conditions will be used to check the effectiveness of such a model. The efficiency of energy saving will be analysed from the obtained results. A survey is provided to experts, surveyors and the customer to check the quality and comfort of project in question. If each of the listed conditions is satisfactory, then the goals of the project have been met.

### References

1. Municipal Enterprise "Project implementation unit for the Kyiv public building energy efficiency project" (2023) *Homepage* [online]. URL: <https://kyivesko.com.ua>.
2. Boiko O., Shendryk V., Parfenenko Y., Pavlenko P. Kholiavka Y. (2021). 'Development of expert assessment methods in planning energy supply of buildings with renewable energy sources', *Technology audit and production reserves*, 2(2(58)), pp. 51–54. DOI: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.230230>.

## **IoT-Based Patient Health Monitoring System in Medical Facilities**

**V. Oderiieva, R. Lisnevskyi**

*Taras Shevchenko National University of Kyiv*

With each passing day, Internet of Things (IoT) technologies become increasingly innovative and indispensable for humanity. This trend is evident not only in the industrial sector but also in healthcare, where the growth in medical applications of IoT enables remote real-time patient monitoring, thereby enhancing the quality of healthcare services in medical facilities.

Let's examine the booming Internet of Medical Things (IoMT) market. According to Statista, IoT in healthcare is projected to grow from \$50.3 billion in 2020 to \$136 billion in 2025, with an average annual growth rate of 21% during the forecasted period. This substantial increase is attributed to the wide array of advantages offered by IoT, which are crucial in our healthcare system.

We will explore various approaches to IoMT systems and the human factor in delivering medical services and monitoring patients. Regarding positive aspects, the human factor involves an expert approach (medical staff possesses expert knowledge regarding the treatment and diagnosis of various illnesses) and empathy (people can consider a patient's psychological state and they can immediately provide an emotional support). On the other hand, medical IoT stands out due to its precision and process automation. It can automate data collection and analysis processes, ensuring high accuracy and objectivity of results. Medical IoT also enables remote monitoring in real-time without the physical presence of a doctor, and it facilitates rapid responses to emergencies or changes in a patient's condition by alerting medical personnel immediately.

However, there are a few drawbacks associated with the human factor, such as subjectivity (personal feelings and judgments that may negatively influence the objectivity of diagnosis and treatment), limited availability (doctors cannot be physically present with multiple patients simultaneously, especially under resource constraints and heavy workloads), and errors or negligence (staff may make mistakes or be negligent, hindering patient recovery). IoMT disadvantages include data security (the collection, transmission, and storage of patient information may pose a threat to confidentiality), vulnerability to cyber-attacks (IoMT devices can be susceptible to cyber-attacks, leading to malfunctioning), and incorrect data correlation (data analysis algorithms may be misinterpreted, affecting the accuracy of observations). Despite challenges in this field, IoT opens new and more innovative possibilities in the medical sector, enhancing service quality and diagnostic accuracy.

We would like to propose considering an illustrative case of an IoMT device's operation and the sequence of steps for collecting user-provided initial information (Fig. 1). Here we can see how the medical IoT device works: first of all, there's a request of client to start the "process" of monitoring their health. After the opening the website, we can see the collection of analyzes from the previous studies. Then we can be tested by our IoT device, it usually takes some time for gathering the information

needed. A few moments after, the data must be updated and the database will be illustrated with new information about all the researches. This time the user can be informed about its results. In case the client's health is not in a good condition, the web-site will have a request for user rather they want to take some medications or no. All this results are also sent for the doctor, and he can easily maintain it in real-time. While choosing to take medicine, there is a data processing about patient's allergies and potential inappropriate treatments or components from the medicine's composition. Finally, all the information is being shown for both doctor and patient.

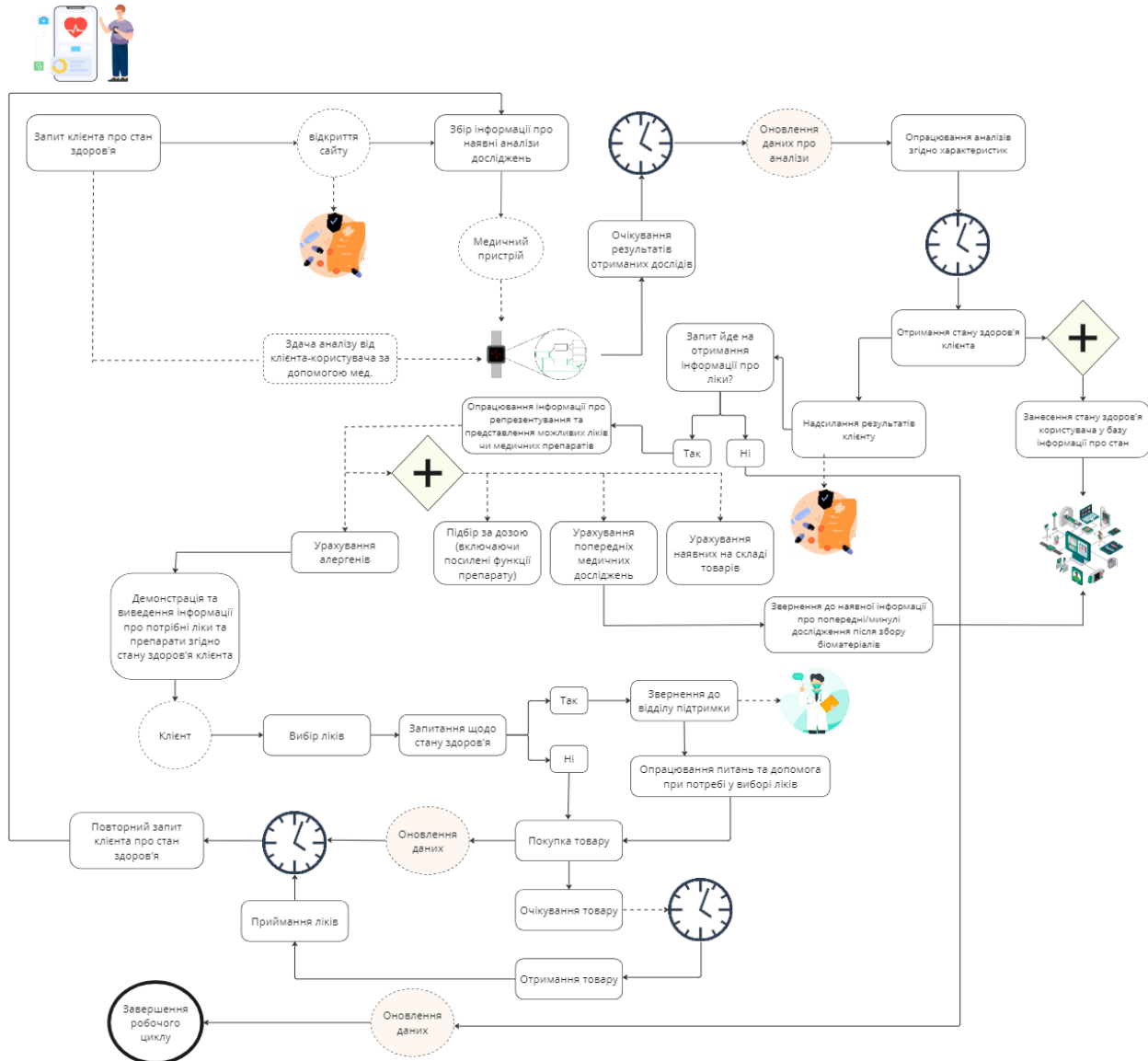


Fig. 1. Functional Model of IoMT Device Operation

## References

1. Malasinghe L. P., Ramzan M., Dahal K. (2019) 'Remote Patient Monitoring: A Comprehensive Study', *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 10, 2019, pp. 57–76. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12652-017-0598-x>.
2. BGO Software (2023) *10 Internet of Things (IoT) Healthcare Examples* [online]. URL: <https://www.bgosoftware.com/blog/10-internet-of-things-iot-healthcare-examples>.



## Effectiveness Criteria that Could be Used During the Formation of Emotional Speech Databases

**I. Tereikovskiy, A. Samofalov**

*National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

Nowadays the formation of emotional speech databases can be a challenging task. First of all, it requires a lot of technical preparations: specialized equipment to record, store and analyze the obtained audio recordings and room without excessive noise. Second, there is also a need in professionally trained actors who are able to express the required range of emotional states in their speech. Last but not least, all this process from start to end demands large time investments from all included parties. Therefore, this approach could limit the rate at which marked audio samples are created consequently not allowing the generation of large emotional speech databases in a reasonable period of time.

To make the process of formation of emotional speech databases easier, specific effectiveness criteria could be provided so the authors could obtain precise metrics to compare their database to some selected ones. Some of these criteria can be found in [1]. However, it is worth noting that the attention to the evaluation of the formation of emotional speech databases was not emphasized. Because of this, we selected the following list of criteria (Table I), which is shown in [2].

Table I

Evaluation criteria of emotional speech databases

Number of the criterion	Description of the criterion
$C_1$	The possibility of forming databases without the involvement of professional actors
$C_2$	The presence of actors of different genders
$C_3$	Tests were conducted on the received data
$C_4$	One main language of utterances
$C_5$	The presence of visual data of actors, in addition to voice expressions
$C_6$	Availability of automatic marking of database elements
$C_7$	The possibility to calculate the time required for the formation of database elements

Using the criteria provided in Table I, we would like to analyze three of existing emotional speech databases.

The first database of emotional vocal expressions is Emotional Speech Database (ESD) [3]. Twenty actors (five men and five women) were asked to record utterances for this database in English and Chinese. Tests were carried out on the obtained audio

data, which shown that the recorded utterances were of good quality.

The next database in question is RAVDESS [4]. Twelve female and twelve male actors provided their speech expressions to the formation of this database. The exact number of obtained recordings is provided by the authors which states impressive 7356 utterances. On top of that all the recordings of emotional expressions are available not only in voice-only format, but also in face-only and face-and-voice formats which allows some incredible opportunities for further researches.

The last database we would like to discuss is EmoDB, which was presented in work [5]. The main and only language of this database is German. The overall number of utterances collected in this database is around eight hundred. The utterances of ten actors (five men and five women) were recorded in appropriate acoustic environment with professional audio equipment.

Table II

Evaluation of criteria for the effectiveness of means of forming databases of human emotional voice signals

Database	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>
ESD	–	+	+	–	–	–	–
RAVDESS	–	+	+	+	+	–	–
EmoDB	–	+	+	+	+	+	–

As we can see from the Table II, the discussed emotional speech databases share some common characteristics such as the involvement of professional actors, presence of actors of different genders, tests on recorded audio data and the absence of means to calculate the time required for the formation of database elements.

As it was said earlier, the whole process of forming emotional speech databases is very time consuming. Therefore, it is needed to find improvements to existing formation methods or discover alternative approaches.

### References

1. Tereykovska L. (2023) *Methodology of automated recognition of the emotional state of listeners of the distance learning system*: dissertation. Kyiv National University of Construction and Architecture. URL: <http://www.ntu.edu.ua/nauka/oprilyudnennya-disertacij/>
2. Dychka I., Tereykovskiy I, Samofalov A., Tereykovska L., Romankevich V. (2023) 'Multiple effectiveness criteria of forming databases of emotional voice signals', *Cybersecurity: Education, Science, Technique*, 1(21), pp. 65–74.
3. Zhou K., Sisman B., Liu R., Li H. (2022) 'Emotional voice conversion: Theory, databases and ESD', *Speech Communication*, 137, 1–18.
4. Livingstone S. R., Russo F. A. (2018) 'The Ryerson Audio-Visual Database of Emotional Speech and Song (RAVDESS): A dynamic, multimodal set of facial and vocal expressions in North American English', *PLoS ONE*, 13(5): e0196391. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196391>.
5. Burkhardt F., Paeschke A., Rolfes M., Sendlmeier W. F., Weiss B. (2005). 'A database of German emotional speech', *Interspeech*, ISCA.

**Ефективні алгоритми збору, обробки та передачі даних у системах IoT****В. М. Авраменко***Черкаський державний технологічний університет*

На даному етапі розвитку світу, насиченому технологіями, інтернет речей (IoT) виходить на передній план як ключовий елемент для покращення ефективності та комфорту у різних сферах життя.

Одним із найбільш критичних аспектів успішної реалізації IoT є розробка ефективних алгоритмів збору, обробки та передачі даних. Ці алгоритми відіграють вирішальну роль у забезпеченні швидкого, надійного та безпечного обміну інформацією між мільярдами підключених пристроїв.

Перший і, можливо, найбільш значущий етап у життєвому циклі даних IoT — це збір інформації. Алгоритми збору даних мають бути спроектовані з урахуванням різноманітності та обсягу даних, що генеруються різними пристроями.

Одним із ключових принципів є збір лише необхідних даних, щоб уникнути надмірного навантаження на мережу та сховища. Наприклад, датчики температури в приміщенні можуть передавати дані тільки при зміні температури, а не протягом дня, що дозволяє заощадити пропускну здатність і енергію.

Важливим аспектом алгоритмів збору даних є їхня здатність обробляти дані на місці, поблизу джерела. Це називається «fog обчислення» або «fog-комп'ютер». Використовуючи цей підхід, пристрої IoT можуть виконувати базову обробку даних безпосередньо на рівні, де вони збираються, передаючи лише необхідну інформацію для більш глибокої обробки центральними вузлами. Це зменшує затримки передачі даних і може значно знизити навантаження на центральні сервери.

Після збору даних настає етап їхньої обробки. Ефективні алгоритми обробки даних мають бути здатними працювати з різнорідними та динамічними даними, що надходять від різних пристроїв.

Машинне навчання та алгоритми штучного інтелекту часто використовуються для виділення закономірностей та трендів у даних, що дозволяє приймати більш точні рішення. Наприклад, система розумного будинку може вивчити поведінку користувача та оптимізувати використання енергії, освітлення та опалення відповідно до уподобань та звичок.

З урахуванням зростаючого обсягу даних у системах IoT, ефективні алгоритми передачі даних стають критично важливими для забезпечення надійної та швидкої комунікації між пристроями та центральними серверами. Одним із трендів у цій галузі є використання протоколів зв'язку з низьким енергоспоживанням, таких як MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) та CoAP (Constrained Application Protocol), які забезпечують ефективну передачу даних за мінімального використання ресурсів.

MQTT — протокол передачі повідомлень, розроблений для ефективного

зв'язку в умовах обмеженої пропускної спроможності мережі. Він використовує модель, яка забезпечує гнучкість в обміні даними між пристроями. MQTT покликаний бути легким та ефективним, мінімізуючи витрати та підтримуючи можливість доставки повідомлень із різними рівнями надійності.

CoAP — протокол, призначений для комунікації в обмежених ресурсах мережах. CoAP спроектований для пристроїв з обмеженими обчислювальними ресурсами та обмеженою пропускною здатністю. CoAP використовує UDP замість TCP, що зменшує накладні витрати та забезпечує ефективнішу передачу даних. Важливими характеристиками CoAP є підтримка RESTful взаємодій, вбудовані механізми безпеки та простота впровадження в обмежені пристрої.

Крім вибору протоколів зв'язку, алгоритми передачі повинні враховувати динамічні умови мережі. Вони повинні бути здатними адаптуватися до змін у пропускній здатності та затримках мережі, забезпечуючи при цьому стабільне та безперервне з'єднання. Такі технології як «багатозадачність» (multitasking) і «багатопоточність» (multithreading), використовуються для ефективного управління потоками даних та забезпечення їх надійної передачі.

Безпека даних у системах IoT є також ключовим аспектом алгоритмів передачі даних. Шифрування та автентифікація даних стають невід'ємною частиною алгоритмів, забезпечуючи конфіденційність та захист від несанкціонованого доступу. Децентралізовані методи автентифікації, такі як блокчейн, можуть бути використані для забезпечення надійності та цілісності даних.

Розроблення ефективних алгоритмів збору, обробки та передачі в системах IoT відіграє фундаментальну роль успішної реалізації цієї технології. Від можливості пристроїв ефективно збирати та обробляти дані до методів їх передачі з мінімальними затримками та максимальною безпекою залежить майбутнє IoT та його здатність перетворювати повсякденне життя.

Ефективні алгоритми стають ключем до створення розумних і ефективних систем, які можуть динамічно адаптуватися до постійних змін.

### Література

1. Kumar S., Tiwari P., Zymbler M. (2019) 'Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: a review', *Journal of Big data*, vol. 6, no. 1, pp. 1–21.

2. Sivakumar R., Prabadevi B., Velvizhi G., Muthuraja S., Kathiravan S., Biswajita M., Madhumathi A. (2021) 'Internet of Things and Machine Learning Applications for Smart Precision Agriculture', *IoT Applications Computing*, pp. 135–165.

3. Yaïci W., Krishnamurthy K., Entchev E., Longo M. (2021) 'Recent advances in Internet of Things (IoT) infrastructures for building energy systems: A review', *Sensors*, vol. 21, no. 6, p. 2152.

4. Самойленко М. Ю. (2020) 'Принципи застосування технології інтернет речей у сучасному світі техніки', *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки*, т. 31(70), ч. 1, № 6, с. 142–148.

**Оптимальне розміщення давачів для фіксації наповненості приміщень****Д. А. Аеров, С. В. Палій***Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

У сучасному світі, де високотехнологічні рішення в галузі автоматизації стають все більш важливими для комфорту та безпеки, оптимальне використання систем Інтернету речей (IoT) для моніторингу наповненості приміщень є актуальною проблемою.

Нашу роботу спрямовано на розв'язання цієї проблеми шляхом розгляду оптимального розміщення датчиків, призначених для фіксації рівня наповненості приміщень.

Застосування IoT для моніторингу приміщень включає в себе розгортання ряду датчиків, які збирають дані про кількість людей у приміщенні. Для досягнення ефективності таких систем важливо визначити оптимальне розміщення датчиків, щоб забезпечити точність та надійність отриманих даних.

Огляд існуючих систем показує, що багато з них стикаються з проблемами точності через неоптимальне розміщення датчиків. Розглянемо існуючі системи та їхні обмеження.

Багато систем моніторингу наповненості приміщень базуються на розташуванні датчиків на стандартних місцях, таких як входи та виходи. Однак такий підхід може призводити до неточностей у визначенні кількості людей у віддалених частинах приміщення. Наша робота має на меті розв'язати цю проблему шляхом визначення оптимального розміщення датчиків, що дозволяє отримувати точні та комплексні дані про наповненість приміщення.

Щодо методології, у роботі планується використовувати аналітичні методи та моделі для визначення оптимального розміщення датчиків в залежності від конкретного приміщення.

Очікується, що розроблені рекомендації з розміщення датчиків покращать точність систем моніторингу наповненості приміщень та забезпечать їхню ефективність у реальних умовах експлуатації.

**Література**

1. Bench A. (2020) 'Occupancy detection methods', *SoftServe Whitepaper* [online]. URL: <https://www.softserveinc.com/uk-ua/resources/occupancy-detection-methods>.
2. Мельник А. В. (2020) 'Електронна система автоматизації енергоспоживання в офісних приміщеннях', *Електронний архів КНУ* [online], с. 5–48. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/40176>.
3. Ahmada J., Larjania H., Emmanuela R., Manniona M., Javed A. (2018) 'Occupancy detection in non-residential buildings – A survey and novel privacy preserved occupancy monitoring solution', *ScienceDirect journal* [online], 8 p. URL: [https://www.researchgate.net/publication/329468901\\_Occupancy\\_Detection\\_in\\_Non-residential\\_Buildings\\_-\\_A\\_Survey\\_and\\_Novel\\_Privacy\\_Preserved\\_Occupancy\\_Monitoring\\_Solution](https://www.researchgate.net/publication/329468901_Occupancy_Detection_in_Non-residential_Buildings_-_A_Survey_and_Novel_Privacy_Preserved_Occupancy_Monitoring_Solution).

## Один підхід до розв'язування просторової задачі нестационарної взаємодії штамп з двошаровою основою

В. Р. Богданов

*Національний університет харчових технологій*

На відміну від розв'язування задач плоскої деформації про нестационарну взаємодію твердого тіла з двошаровою [1] та чотиришаровою основою в даній роботі розв'язується просторова задача про нестационарну взаємодію штамп з двошаровою основою у динамічній пружно-пластичній математичній постановці. Підхід до розв'язування задач просторового напружено-деформованого стану і задач плоского деформованого і напруженого станів у пружно-пластичній постановці наведено, наприклад, у [2–5].

У нинішній роботі розв'язується просторова задача нестационарної взаємодії абсолютно твердого тіла і двошарової основи, яка жорстко зчеплена з абсолютно твердим півпростором. Товщина основи дорівнює 5 мм. Верхній тонкий шар сталі товщиною 0.5 мм жорстко зчеплений з нижнім шаром. Для розв'язування використовується методика розв'язування краєвих задач у динамічній пружно-пластичній постановці. Ця методика наведена, наприклад, у роботах [2–5].

Ця просторова задача доповнює розв'язані задачі плоского напруженого і деформованого станів про нестационарну взаємодію абсолютно твердого тіла з композитним двошаровим і чотиришаровим армованим матеріалом. Цей матеріал підсилено верхнім тонким шаром сталі і поперечними армуючими волокнами.

Аналіз одержаних результатів моделювання показує, що при забезпеченні жорсткого зчеплення між шарами двох матеріалів такий вироблений композитний матеріал може бути використано на виробництві як армований міцний матеріал.

### Література

1. Bogdanov V. R. (2023) 'Plane strain and stress states of two-layer composite reinforced body in dynamic elastic-plastic formulation', *Journal of Materials and Polymer Sciences*, 3(2), pp. 1–7.
2. Bogdanov V. R. (2023) 'Plane strain state of four-layer composite reinforced body in dynamic elastic-plastic formulation', *Journal of Materials and Polymer Sciences*, 3(2), pp. 1–7.
3. Bogdanov V. R., Sulim G. T. (2016) 'Determination of the material fracture toughness by numerical analysis of 3D elastoplastic dynamic deformation', *Mechanics of Solids*, 51(2), pp. 206–215. DOI 10.3103/S0025654416020084.
4. Bogdanov V. R., Sulim G. T. (2013) 'Plain deformation of elastoplastic material with profile shaped as a compact specimen (dynamic loading)', *Mechanics of Solids*, May 2013, 48(3), pp. 329–336. DOI 10.3103/S0025654413030096.
5. Bogdanov V. R. (2023) *Problems of Impact and Non-Stationary Interaction in Elastic-Plastic Formulations*. Cambridge Scholars Publishing, 305 p.

## Проектування електронного засобу навчання морфології німецької мови

О. О. Бондар, М. П. Костіков

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

На сьогоднішній день для вивчення іноземних мов розроблено безліч програмних засобів, мобільних додатків, сайтів тощо. Проте для багатьох мов вибір наявних засобів досі є дещо обмеженим.

По-перше, для будь-якої мови, крім англійської, кількість програмних продуктів є набагато меншою. По-друге, при вивченні інших мов зазвичай посередником виступає англійська, що може спричиняти додаткові труднощі для носіїв інших мов. По-третє, в більшості засобів традиційно приділяється менше уваги вивченню граматики, ніж лексиці [1].

Крім того, використання наявних на ринку програмних продуктів у процесі вивчення іноземної мови в закладах вищої освіти є ускладненим. Адже перелік тем у цих засобах не збігається з навчальними програмами [2].

Враховуючи вищезазначене, було прийнято рішення спроектувати та розробити новий електронний засіб навчання морфології німецької мови для українських студентів. Реалізація спеціального додатку для вивчення німецької словозміни могла би заповнити прогалини в електронних засобах навчання, доступних на сьогоднішній день.

При цьому доцільно систематизувати навчальні матеріали, що вже зараз використовуються при викладанні мови в конкретному навчальному закладі. Тоді проєктований засіб зможе використовуватись у навчальному процесі.

На першому етапі дослідження планується провести докладний аналіз переваг і недоліків наявних електронних засобів навчання німецької мови. Корисні функції та особливості реалізації інтерфейсу можна буде перейняти у створюваній розробці. Далі буде спроектовано базу даних, логіку додатку і графічний інтерфейс користувача. Це планується реалізувати з використанням СКБД SQLite 3, мови програмування Python і бібліотеки Tkinter.

Серед функцій додатку має бути подання теоретичного матеріалу, інтерактивні уроки з його відпрацюванням, тестові завдання для перевірки знань, а також аналіз і корекція допущених помилок. Кінцевою метою проєкту є спрощення процесу навчання німецької мови як для студентів, так і для викладачів.

### Література

1. Костіков М. П. (2016) *Інформаційна технологія підтримки процесу навчання граматики іноземної мови у ВНЗ*: дис. канд. техн. наук, 05.13.06, К.: НУХТ, 160 с.

2. Карнаух О. В., Костіков М. П. (2018) 'Створення електронного засобу навчання німецької мови', *Матер. 84 міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студ.* «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», 23–24 квітня 2018 р., К.: НУХТ, ч. 2, с. 318.

## Удосконалення модуля аналізу статистичних даних для системи дистанційного навчання молодших школярів

А. Ю. Вихрест, М. П. Костіков, С. В. Грибков

*Національний університет харчових технологій*

При впровадженні дистанційного навчання в освітній процес молодшої школи необхідно забезпечити учням доступ до якісної освіти, навіть коли фізична присутність у навчальних закладах є обмеженою або неможливою з різних причин. Це створює нові виклики та завдання, які вимагають використання сучасних технологій для підтримки навчання. Молодші школярі потребують особливого підходу, оскільки їх навчання повинно бути наочним, цікавим та адаптованим до їхнього віку та психологічних особливостей.

На попередньому етапі дослідження [1] було спроектовано та створено систему дистанційного навчання для молодших школярів, яка містить у собі модуль аналізу статистичних даних. Він пройшов тестування на невеликій групі вчителів та учнів, аби виявити помилки та недоліки. Зворотний зв'язок був важливим для вдосконалення функціональності та інтерфейсу модуля перед впровадженням у широкому масштабі. За допомогою опитування було зібрано та проаналізовано дані про відвідуваність, активність і успішність учнів.

Спостереження щодо оцінок і годин, проведених на платформі, показали підвищення середніх балів учнів, а також збільшення активності вчителів. Порівняльний аналіз кількісних даних засвідчив позитивні зміни після впровадження модуля статистики. Наприклад, середні бали учнів підвищилися на 15%, а активність учителів у використанні модуля зросла на 20%.

У результаті проведеного аналізу було сформовано наступні пропозиції щодо подальшого розвитку модуля.

1. Продовжити розроблення та вдосконалення модуля статистики, враховуючи побажання та потреби користувачів.

2. Проводити систематичний моніторинг впливу модуля статистики на навчальний процес і результативність учнів, а також аналізувати отримані дані.

У цілому використання та вдосконалення описаного модуля при дистанційному навчанні молодших школярів відкриває нові горизонти для подальшого розвитку освітніх технологій і покращення якості освіти в цифровому віці.

### Література

1. Левонюк К. В., Костіков М. П. (2021) 'Розроблення системи дистанційного навчання для молодших школярів', *Матер. VIII Міжнар. наук.-техн. Internet-конф. «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, 26 листоп. 2021 р., К.: НУХТ, с. 253.

2. Костіков М. П. (2016) *Інформаційна технологія підтримки процесу навчання граматики іноземної мови у ВНЗ*: дис. канд. техн. наук, 05.13.06, К.: НУХТ, 160 с.



## **Розроблення інформаційної системи розрахунку доцільності переведення комерційного автопарку на електромобілі**

**В. В. Гавриленко, Р. Р. Мрозакевич**

*Національний транспортний університет*

У сучасних умовах, коли ціни на паливо для автомобілів зростають, а також в умовах дефіциту пального, який неодноразово виникав за останні роки внаслідок бойових дій на території України, велика кількість компаній мала проблеми як економічного, так і логістичного характеру з утриманням автопарку автомобілів з ДВЗ.

Тому в умовах потреби в економічній ефективності використання комерційного автотранспорту питання заміни автомобілів з ДВЗ більш економічними та сучасними електромобілями є актуальною інформаційна система розрахунку фінансового результату від повної чи часткової заміни існуючого автопарку на електромобілі.

Нині у світі впроваджують інновації, які передбачають використання альтернативної енергії переважно сонячної і вітрової. Починаючи з винаходу і вдосконалення сонячних батарей, загальна потужність яких перевищила 100 ГВт і це дає змогу уникнути попадання в атмосферу 53 млн. тонн вуглекислого газу на рік, що є дуже позитивною тенденцією. Встановлюються нові потужні вітрові електростанції [1].

Значна кількість легкових автомобілів і легких комерційних транспортних засобів, які зараз використовуються в Україні, мають потенціал для заміни електричними моделями. Крім того, значна частина автопарків, які покладаються на ці типи транспортних засобів, здатна працювати виключно з електричними альтернативами.

Тому доцільно виокремити параметри, які впливають на економічну доцільність заміни, і розробити модель для оцінки заміни окремої моделі автомобіля з ДВЗ в комерційному автопарку на електромобіль з відповідними технічними характеристиками.

Ефективне управління обов'язково вимагає аналітичного, стратегічного мислення та здатності прогнозувати результати прийняття рішень. Прийняття рішень стосовно структури автопарку – це свідомий вибір доступних варіантів або альтернативних напрямків дій, які зменшують розрив між теперішнім та майбутнім бажаним станом організації.

Отже, процес вибору автомобілів включає багато різних елементів, але він, безумовно, включає в себе такі елементи, як проблеми, цілі, альтернативи та рішення — як вибір альтернатив. Отже, підприємство може вирішувати, яку кількість автомобілів і якого типу використовувати найбільш ефективно в поточних умовах функціонування.

Для спрощення початкової задачі можна взяти за критерій порівняння річний пробіг автомобіля та розрахувати витрати на утримання та обслуговування автомобілів при однаковому значенні річного пробігу. Період в

1 рік береться з точки зору обчислення інвестиційної привабливості можливої заміни.

Окрім витрат на придбання та обслуговування, в модель можна додати непараметричні критерії, такі, як екологічність тощо. Для визначення грошового еквівалента порівняльного впливу на навколишнє середовище розраховується екологічна шкода від використання автомобіля з двигуном внутрішнього згоряння, та екологічні аспекти вироблення електроенергії для електромобіля.

Також однією з головних переваг використання електроавтомобіля в міських умовах є його безшумність і легкість керування в порівнянні з автомобілем з механічною коробкою передач. Отже, шумові «викиди» також можна порівняти в грошовому еквіваленті для отримання повної картини переваг та недоліків того чи іншого виду транспортного засобу.

Аналогічним чином можна порівняти будь-які моделі наявних в автопарку автомобілів із ДВЗ та електромобілів, пропонує на ринку України.

Для точності розрахунків, інформаційна система повинна також враховувати такі параметри:

- середній щоденний пробіг автомобілів, щоби підібрати варіант електромобіля із оптимальною ємністю акумулятора;
- щоденний пробіг електромобіля в автопарку, для розрахунку необхідної потужності зарядних станцій, щоби за цей час можна було повністю зарядити акумулятор;
- актуальну вартість електроенергії враховуючи нічний тариф, тощо;
- наявність пільг та компенсацій при переході на електротранспорт, оскільки це впливатиме на розмір інвестицій та терміни окупності.

Створювана інформаційна система повинна також мати API-інтеграцію із державними та статистичними сервісами, щоби система автоматично підтягувала актуальні динамічні дані. Таким чином розрахунки будуть завжди актуальні незважаючи на зміни на ринках.

Отже, розробка інформаційної системи розрахунку доцільності переведення комерційного автопарку на електромобілі є актуальною для підприємств, які мають власний автопарк для виробничих потреб.

Чинник масштабованості системи під різну кількість автомобілів, а також різні критерії порівняння та додаткові інфраструктурні аспекти в майбутньому можуть дозволити застосовувати розроблену систему на будь-якому підприємстві.

### Література

1. Hostert D., Kimmel M., Berryman I., Vasdev A., Bullard N., Bromley H., Ampofo K., Cheung A., Sanghera S., Lubis C., Annex M. (2022) 'New Energy Outlook 2022' [online], *BloombergNEF*. URL: <https://about.bnef.com/new-energy-outlook>.

**Методи досягнення високої доступності у хмарних обчисленнях****В. В. Гавриленко, І. І. Пекневич***Національний транспортний університет*

Висока доступність у хмарних обчисленнях є важливою метою для сучасних організацій, чия операційна ефективність все більше залежить від хмарних послуг. Внутрішня складність хмарних середовищ, що виникає внаслідок об'єднання численних взаємопов'язаних систем і служб, розподілених у різних географічних регіонах, становить багатогранну проблему. Ця проблема в першу чергу проявляється в забезпеченні безперебійної доступності послуг і боротьбі з потенційними збоями, які можуть варіюватися від одиничних помилок серверів і збоїв у роботі мережі до тривалих простоїв центрів обробки даних. Крім того, динамічний і масштабований характер хмарних служб вимагає надійного підходу до підтримки доступності, враховуючи різний попит і потребу в узгодженості даних у реальному часі та синхронізації між розподіленими вузлами.

Складність, властива хмарним середовищам, виникає внаслідок різних факторів. Хмарні системи, розподілені в кількох географічних регіонах, стикаються з проблемами, такими як затримка мережі, проблеми суверенітету даних і відповідності регіональним нормативним вимогам, що може вплинути на продуктивність і доступність послуг. Потенційні збої в хмарі є різноманітними та включають незначні збої в роботі сервера, помилки програмного забезпечення, збої в мережі, збої в роботі апаратного забезпечення або навіть масштабні збої в центрі обробки даних через стихійні лиха або проблеми з електропостачанням. Це може призвести до широкомасштабних перебоїв, впливаючи не лише на окремі програми, а й на набори послуг.

Враховуючи масштабованість хмарних обчислень, ефективне управління змінним навантаженням має вирішальне значення. Неправильно кероване масштабування може призвести до вузьких місць продуктивності або недостатнього використання ресурсів, що впливає на доступність служби та стабільність роботи. Крім того, забезпечення узгодженості даних у реальному часі між розподіленими вузлами, що особливо важливо в додатках, які вимагають негайної синхронізації даних, становить серйозну проблему.

Для ефективного вирішення проблем високої доступності в хмарних обчисленнях важливий стратегічний підхід, який поєднує резервування, балансування навантаження, автоматичне масштабування, аварійне відновлення та постійний моніторинг.

Резервування є фундаментальним аспектом цієї стратегії. Це передбачає розгортання кількох екземплярів критично важливих служб і баз даних у різних територіально розподілених центрах обробки даних. Це налаштування гарантує, що в разі локалізованого збою інші екземпляри можуть взяти на себе роботу, забезпечуючи таким чином безперервну роботу служби. Така географічна розпорошеність ресурсів не тільки зменшує ризик локальних стихійних лих або

відключень електроенергії, але й зменшує затримку, розміщуючи ресурси ближче до кінцевих користувачів.

В свою чергу балансування навантаження відіграє вирішальну роль в управлінні розподілом робочих навантажень. Рівномірно розподіляючи вхідні запити та обчислювальні завдання між серверами або центрами обробки даних, балансування навантаження допомагає запобігти перетворенню будь-якої окремої системи на вузьке місце. Це не тільки підвищує продуктивність за рахунок оптимізації використання ресурсів, але й покращує стійкість, оскільки збій одного сервера не призведе до руйнування всієї служби.

Ще одним важливим фактором є автоматичне масштабування. Воно передбачає динамічне регулювання кількості активних екземплярів сервера або ресурсів на основі попиту в реальному часі. У періоди високого попиту додаткові ресурси автоматично виділяються для обробки навантаження, а в тихі періоди ці ресурси зменшуються для економії витрат і ефективності. Ця гнучкість є ключовою перевагою хмарних обчислень, що дозволяє організаціям справлятися з піковими навантаженнями, не сплачуючи за невикористану потужність у непіковий час.

Останнім компонентом є впровадження надійних механізмів аварійного відновлення та резервного копіювання. Ці механізми повинні включати регулярне резервне копіювання даних, щоб запобігти втраті даних у разі апаратних збоїв або кібератак. Чіткі протоколи для швидкого відновлення роботи після серйозних збоїв є важливими для мінімізації часу простою. Ця стратегія передбачає не лише технічні рішення, але й організаційну готовність. Комплексну схему стратегії наведено на рис. 1.

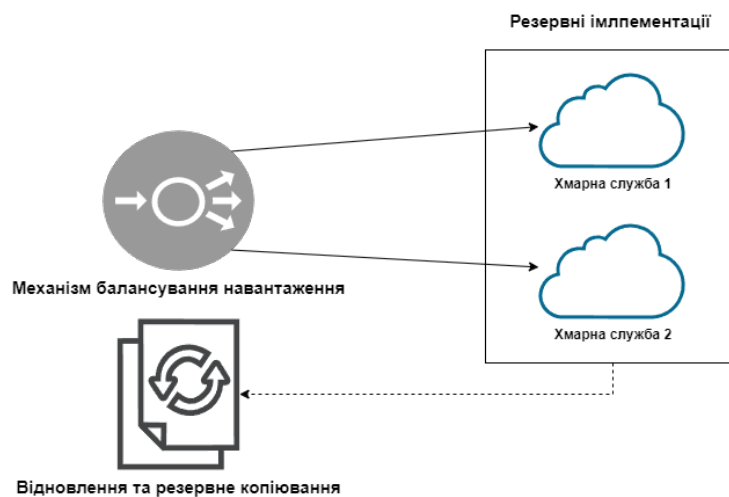


Рис. 1. Комплексна стратегія забезпечення високої доступності середовища

Підсумовуючи, забезпечення високої доступності в середовищах хмарних обчислень потребує комплексного, багатостороннього підходу. Цей підхід поєднує резервування, балансування навантаження, автоматичне масштабування, аварійне відновлення, а також постійний моніторинг і прогнозу аналітику. У міру розвитку хмарних технологій ці стратегії повинні динамічно адаптуватися, щоб вирішувати нові виклики та використовувати нові можливості, забезпечуючи високу доступність послуг у цифровому ландшафті.

**Дослідження логістичних ризиків у діяльності хлібопекарних підприємств**  
**С. В. Грибков, Н. В. Ліманська, М. В. Ліманський**  
*Національний університет харчових технологій*

У динамічних умовах розвитку підприємств хлібопекарної галузі логістична діяльність пов'язана з ризиком. Нестабільність поставки готової продукції, несвоєчасні платежі, залучення кредитних ресурсів, всі ці чинники впливають на зменшення обсягу прибутку. Окреслені чинники впливають на відповідні логістичні потоки та викликають проблеми у роботі компонент логістичної системи.

Дії, що мають призвести до зменшення ризиків, мають бути глибоко деталізовані та проаналізовані для конкретної ланки логістичного ланцюга.

Логістичний ризик підприємства торгівлі можна класифікувати за видами потоків та компонентами логістичної системи різного рівня [1].

Для оцінювання логістичних ризиків варто приділити увагу внутрішнім ризикам хлібопекарського підприємства, тобто ризики, що пов'язані з управлінням поставками і можуть бути спрогнозовані на самому підприємстві.

Для дослідження варто звернути увагу на такі логістичні ризики у поставці готової продукції, як матеріальний, сервісний, інформаційний та фінансовий. А це втрата властивостей матеріального потоку в процесі його руху через компоненти логістичної системи підприємства; неналежне обслуговування споживачів під час поставки продукції; неповне або часткове забезпечення компонент логістичної системи інформацією в потрібний час та потрібного обсягу; труднощі обігу фінансових коштів, що необхідні для забезпечення безперебійного руху матеріального потоку тощо.

В управлінні логістичним ризиком багатообіцяючим є використання інтелектуальних систем прийняття рішень. Базовим інструментарієм інтелектуальних систем прийняття рішень є експертні системи, штучні нейронні мережі, популяційні методи та моделі оптимізації, нечіткі множини та нечітка логіка, які можна розглядати окремо або у взаємозв'язку між собою [2].

Тобто, кожна логістична поставка може характеризуватися ймовірністю наявності відмов, що пов'язані неточностями у оформленні документів, запізненнями, невірним чи неоптимальним маршрутом поставки, неправильною комплектацією замовлення тощо, і заходами щодо усунення причин відмов.

Отже, необхідність подальших досліджень щодо обґрунтування науково-методологічних підходів до виявлення впливів ризиків на функціонування логістичної системи хлібокомбінату для їх подолання або використання додаткових ефектів є доцільним.

### **Література**

1. Ільченко Н. Б. (2016) 'Оцінювання логістичних ризиків підприємства торгівлі', *Науковий вісник МГУ. Серія: Економіка і менеджмент*, 15, с. 58–62.
2. Яременко О. Ф., Матюх С. А. (2019) 'Ризики логістичних систем', *Вісник ХНУ*, 6, с. 231–236.

## Використання технології інтернету речей у засобах контролю технічної справності енергетичного обладнання

Є. О. Зайцев, В. О. Березниченко

*Національний транспортний університет  
Інститут електродинаміки НАН України*

Концепція технології «інтернет речей» (Internet of Things, IoT) — це новітня ідея, що здатна не лише радикально змінити вигляд телекомунікаційної та інформаційної систем, а й суттєво вплинути на спосіб життя людей.

У доповіді показано можливості та переваги використання технології Інтернету речей для електропостачання підприємств.

Наведено інфраструктуру мережі побудовану у відповідності з основними положеннями концепції мереж Smart Grid на основі компонентів такої структури заснованих на технології IoT, які полягають у міжмашинній взаємодії та телеуправлінні можуть використовуватися в галузі для побудови «розумних» мереж.

Показано, що впровадження концептуальних рішень основаних на технології IoT дозволяють інтегрувати інформаційні дані та додатки на основі IoT у структуру енергетичних об'єктів.

Зазначено, що енергетичні мікрогріди мережі промислових підприємств, які побудовані із застосування IoT технологій дозволяють аналізувати наявні данні з метою забезпечення зниження споживання енергії, систематизувати великі об'єми даних та збільшити ефективність роботи енергообладнання.

Це дозволяє переходити від моделі класичного споживача до споживача, який ефективно інтегрує свої енергетичну та комунікаційну інфраструктури в загальну енергетичну систему, сприяючи при цьому переходу від традиційної мережі розподілу та споживання електроенергії до цифрових розумних електромереж.

Однак для того, щоби зробити ці мережі більш економічними та стабільними, потрібні ефективні методи та інструменти управління енергією. Розробка та впровадження, яких дозволить контролювати енергоспоживання, стан компонентів енергомережі та створювати розумну структуру енергетичного ринку.

### Література

1. Nguyen B., Simkin L. (2017) 'The Internet of Things (IoT) and Marketing: the State of Play, Future Trends and the Implications for Marketing', *Journal of Marketing Management*, 33(1–2), pp. 1–6.
2. Зайцев Є., Березниченко В., Закусило С., Антоненко А. (2022) 'SMART засоби визначення аварійних станів в розподільних електричних мережах міст', *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*, № 5, с. 3–12. DOI: <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.5.1>.
3. Da Xu L., He W., Li S. (2014) 'Internet of things in industries: A survey', *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10.4, pp. 2233–2243.

## Використання технології LoRaWAN у системах інформаційного обміну засобів контролю та діагностування енергетичного обладнання

С. А. Закусило, Є. О. Зайцев

*Національний транспортний університет  
Інститут електродинаміки НАН України*

З активним використанням Інтернету речей з'являється все більша потреба в енергоефективних мережах, зокрема і для мереж, які використовуються під час забезпечення контролю і діагностування енергетичного обладнання.

Особливістю контролю енергетичного обладнання є використання великої кількості різноманітних засобів збору та попередньої обробки інформації, які об'єднуються у мережу. При цьому первинний перетворювач практично повністю визначає метрологічні характеристики систем контролю, а засоби забезпечення ефективною взаємодії всіх компонентів системи контролю визначають ефективність системи. Тому забезпечення ефективною взаємодії мережі вимірювальних перетворювачів та системи контролю є важливим способом підвищення надійності функціонування електроенергетичного обладнання.

Для забезпечення надійного функціонування таких мереж з'явилася технологія LPWAN — енергоефективна мережа дальнього радіусу дії. LPWAN мережа може базуватися на одній із технологій LoRaWAN, SIGFOX, NB-IoT, Weightless P тощо. Термін LoRaWAN означає протокол зв'язку та системну архітектуру мережі, а фізичний рівень LoRa - модуляція, яка забезпечує зв'язок на велику відстань. Саме LoRaWAN найбільше впливає на термін служби батареї вузла, ємність мережі, якість обслуговування, безпеку та різноманітність додатків, які обслуговує мережу.

Застосування протоколу LoRaWAN та відповідних модулів в засобах передачі інформації системи контролю цілісності ліній розподілених мереж дозволило забезпечити збільшення терміну служби батареї індикаторів та дальності зв'язку. Робота протоколу виконується в діапазоні, що не ліцензується, дозволяє знизити вартість системи, а також забезпечити швидкість розгортання системи, що є особливо актуальним в умовах воєнного часу та повоєнної відбудови енергетичної мережі України.

### Література

1. Зайцев Є., Березниченко В., Закусило С., Антоненко А. (2022) 'SMART засоби визначення аварійних станів в розподільних електричних мережах міст', *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*, № 5, с. 3–12. DOI: <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.5.1>
2. Зайцев Є. О., Закусило С. А., Березниченко В. О., Блінов І. В. (2022) 'Організація інформаційного обміну в системах контролю цілісності ліній розподілених мереж на базі технології LORA', *VIII Всеукр. наук.-практ. конф. «Електронні та мехатронні системи: теорія, інновації, практика»*, 4 листоп. 2022 р., м. Полтава, с. 58–59.

**Про підхід до розв'язання нечіткої двокритеріальної задачі комівояжера****Є. В. Івохін, В. О. Рець***Київський національний університет імені Тараса Шевченка***В. В. Гавриленко, К. Є. Івохіна***Національний транспортний університет*

На сьогоднішній день завдання пошуку найкоротшого шляху між двома пунктами є дуже затребуваним: обсяг ринку логістичних послуг росте з кожним днем. Їх головна мета — побудова найбільш точного та економного маршруту для обслуговування максимальної кількості клієнтів.

Однією з важливих задач, яка потребує швидкого та конструктивного розв'язування, є задача комівояжера [1]. Формальне завдання полягає у тому, щоб знайти найкоротший маршрут (за часом або довжиною), який проходить через задану сукупність зв'язаних між собою пунктів (міст), що утворюють транспортну мережу конкретного регіону, та закінчується в точці відправлення. У такій постановці задача називається замкненою задачею комівояжера, яка є відомою задачею математичного цілочисельного програмування.

Найчастіше в цій задачі в якості критерію розглядається довжина маршруту. Проте існує набір чинників, що характеризує тривалість проходження шляху: час доби, погодні умови, рельєф і, навіть, «навантаженість» проходження тієї чи іншої ділянки, невдале врахування яких може спричинити додаткові витрати.

Розглядаючи задачу комівояжера з нечітким обліком часу [2] пересування між окремими пунктами, яка пов'язана з невизначеністю даних про швидкість руху та неможливістю врахувати вплив різних чинників на час переміщення, було звернено увагу на доцільність розгляду двокритеріальної задачі, у якій залишається необхідним врахування довжини маршруту комівояжера. Запропоновано математичну двокритеріальну задачу оптимізації, яка дозволяє узагальнити постановку оптимізаційної задачі комівояжера з нечітким часом і отримати компромісний розв'язок, що враховує як відстань, тай і час руху. Розглянуто різні методи розв'язання багатокритеріальних задач оптимізації, запропоновано модифікації з урахуванням специфіки задачі комівояжера. Визначено умови узгодженості критеріїв, сформульовано поняття двокритеріальної задачі оптимізації з нечіткою типу 2 компромісною функцією цілі. Для аналізу ефективності розв'язків було проведено обчислювальні експерименти на основі практичного застосування методів оптимізації, в рамках яких розв'язано задачу комівояжера на мережі з 11 пунктів.

**Література**

1. Cormen T. H., Leiserson C. E., Rivest R. L., Stein C. (2022) *Introduction to Algorithms*, 4<sup>th</sup> ed. Cambridge, MA, USA; London, England: MIT Press, 1312 p.

2. Івохін Є. В. (2021) 'Формалізація процесів впливу нечіткого плину часу на розв'язки задач розподілу часового ресурсу', *Кибернетика і СА*, т. 57, № 3, с. 30–41.



## **Аналіз та розроблення онлайн-мапи для візуалізації геоданих інформаційної системи по виявленню небезпечних речовин**

**М. І. Карпенко, С. М. Чумаченко, А. О. Мошенський**  
*Національний університет харчових технологій*

За час проведення дослідження постала необхідність у створенні інтерактивної мапи для візуалізації небезпечних зон та об'єктів. В роботі представлені результати аналізу сервісів та результати роботи прототипів.

У дослідженні використовувалися такі методи, як: методи аналізу та елементарного теоретичного синтезу, групування, системного аналізу. Проведений огляд та аналіз інформації з наукових статей та досліджень.

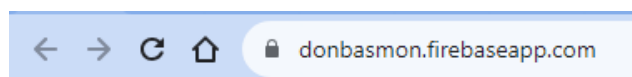
Одним із найуспішніших волонтерських проєктів моніторингу довкілля є SaveEcoBot від команди Save Dnipro. Полягає він у візуалізації зон забруднення атмосферного повітря, які обчислюються за наступними показниками: дрібнодисперсний пил фракцій 2.5мкм та 10мкм, температура, вологість, тиск. Бот бере інформацію як з доступних джерел, так і з власних. Серед доступних джерел, наприклад, є ДСП «Чорнобильська Атомна Електростанція» [1].

SaveEcoBot не створював власної мапи, адже тисячі вже відформатованих базових карт наразі доступні через такі платформи, як Snazzy Maps, Mapbox Gallery, Open Map Styles і т.п. На додачу до вже налаштованих стилів, також можна редагувати власні стилі базової карти, змінюючи наявні дані, їхню символіку або мітки відповідно до рівнів масштабування. Онлайн-набір інструментів для легкого та швидкого налаштування в інтерфейсних середовищах досить широкий, наприклад Mapbox Studio, Jawg Editor, Vector Tile style Editor від ESRI Map Style від Google, Maputnik або Map Style Sheet Editor від Microsoft [2]. Натомість бот використовує OpenStreetMap — безкоштовний громадський проєкт, який підтримує детальну карту світу, яку можна безкоштовно редагувати (на відміну від Google Maps). OpenStreetMap використовується в різних галузях, в т. ч. навігації, туризмі, геоінформаційних системах, роботах над екологією, гуманітарній допомозі та багатьох інших.

Оскільки мета нашого проєкту зробити інформаційну систему виявлення небезпечних речовин з мінімальною витратою фінансових ресурсів, то не має великої різниці у виборі доступного джерела мапи. Після детального вивчення таких сервісів як Arduino IoT Cloud, ThingSpeak, live APRS map, The Things Network, ThingsBoard, Microsoft Azure IoT Hub, AWS IoT Core, Google Cloud IoT Core ми дійшли до висновку, що потрібно обирати власний хостинг та базу даних для зберігання міток, оскільки вищевказані сервіси або не надають можливості ставити позначки, або існують інші обмеження, зокрема фінансові.

Одним із найкращих варіантів для хостингу є Firebase - потужна платформа для розробки мобільних та веб-додатків із широким вибором інструментів для роботи з базою даних, автентифікації користувачів, аналітики, тощо. Перевага Firebase перед іншими безкоштовними хостингами на кшталт 000webhost.com полягає у надійності, адже Firebase є продуктом Google, яка турбується про

захист даних своїх користувачів. Безкоштовний тарифний план надає змогу скористатися усіма функціями і обмежений лише в пам'яті для зберігання інформації, але і її вистачає для реалізації прототипу.



## Авторизація

Введіть пошту  Введіть пароль

Рис. 1. Вікно авторизації проекту

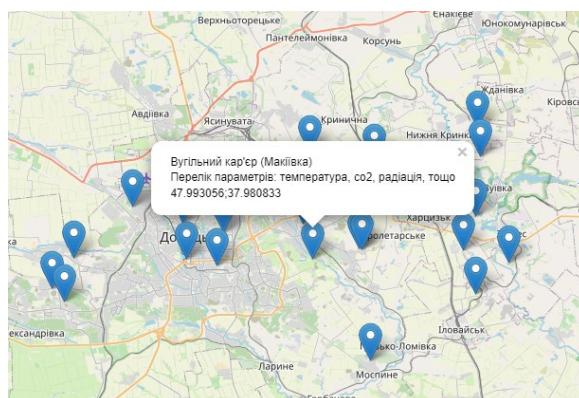


Рис. 2. Вікно прототипу мапи небезпечних об'єктів

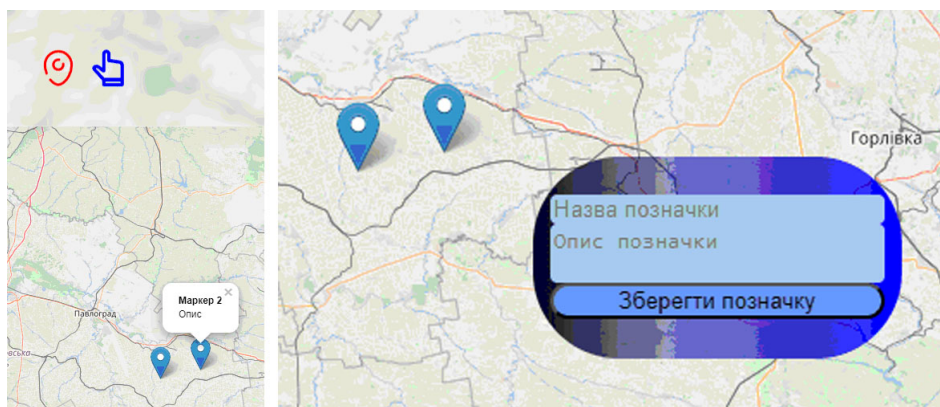


Рис. 3. Вікно прототипу створення маркерів та створення позначки

Результатом роботи є реалізація кількох модулів, а саме авторизації на Firebase, прототип мапи шахт та інших небезпечних об'єктів Донбасу, а також прототип меню для додавання маркерів на мапу.

### Література

1. SaveEcoBot (2023) *Платформи: Перелік платформ, проектів та органів місцевого самоврядування, з яких збираються дані* [online]. URL: <https://www.saveecobot.com/platforms>.

2. Mericskay B. (2021). 'La géovisualisation de données massives sur le Web: entre avancées technologiques et évolutions cartographiques', *Mappemonde. Revue trimestrielle sur l'image géographique et les formes du territoire*, 131, 28 p.

## Архітектурні та дизайн-патерни у програмному забезпеченні

**В. О. Касяненко, О. М. М'якшило**

*Національний університет харчових технологій*

Архітектурні та дизайн-патерни бувають різними за складністю та деталізацією, так само як різні рівні архітектурного планування. Їх можна порівняти з різними рівнями захисту на межі чи різними підходами до розв'язання задач.

Виділимо два рівні патернів (шаблонів програмування), які можуть бути реалізовані в будь-якій мові програмування, а саме: архітектурні та дизайн патерни.

Приклади архітектурних патернів [1, 2]:

- Layered Pattern: Розподілення коду на незалежні шари для легкої модифікації. Приклад: Розробка електронно-комерційного веб-сайту Amazon.
- Client-Server Pattern: Сервер та клієнти взаємодіють через запити та відповіді. Приклади: Email, WWW, файлообмінні програми, банківські додатки.
- Event-Driven Pattern: Операції викликаються подіями, спричиняючи зміни стану. Приклад: Розробка веб-сайтів з використанням JavaScript та електронних комерційних веб-сайтів.
- Microkernel Pattern: Основна система та модулі-плагіни для легкої розширюваності. Приклад: Розробка продуктових та розкладових застосунків.
- Microservices Pattern: Створення додатка з колекцією невеликих служб. Приклад: Netflix, реалізований у мікросервісній архітектурі, ідеально для веб-сайтів з невеликими компонентами.

У рамках дослідження, щодо використання архітектурних патернів, було розглянуто інформаційну систему на підприємстві ПРАТ «Оболонь» і виявлено ряд основних рішень, які характеризують архітектурний підхід компанії.

На підприємстві використовується власноруч розроблена ERP система, яка має клієнт-серверну архітектуру: сервер, що ґрунтується на базі Oracle та web-застосунок на боці клієнта. Такий підхід дозволяє відокремити логіку обробки даних (серверну частину) від інтерфейсу користувача (клієнтську частину).

При розгляді самої ERP системи, можна виявити використання патерну «MVC» (Model-View-Controller). MVC дозволяє розділити систему на три ключові компоненти: модель (дані), представлення (інтерфейс користувача) та контролер (логіка обробки подій).

Також, для взаємодії з базою даних Oracle Server, був використаний патерн «Репозиторій». Цей патерн допомагає відокремити обробку даних від бізнес-логіки, що сприяє модульності та покращенню підтримки застосунку.

Крім того, ПРАТ «Оболонь» використовує стороннє API для автоматизації збору даних від великих підприємств, які надають послуги з постачання

пального. Це API ґрунтується на архітектурі REST (Representational State Transfer) і дозволяє автоматизовано відстежувати споживання пального та перевіряти його правильність використання. REST забезпечує взаємодію з веб-сервісами за допомогою HTTP-запитів, таких як GET, POST, PUT та DELETE. Ця архітектура базується на ідеї ресурсів (абстрактних об'єктів), до яких можна отримувати доступ через URI (Uniform Resource Identifier).

Загалом, використання архітектурних патернів на ПРАТ «Оболонь» відображає стратегію, спрямовану на гнучкість, доступність та ефективність програмного забезпечення. Абстрактну схему архітектурних рішень на ПРАТ «Оболонь» наведено на рис. 1:

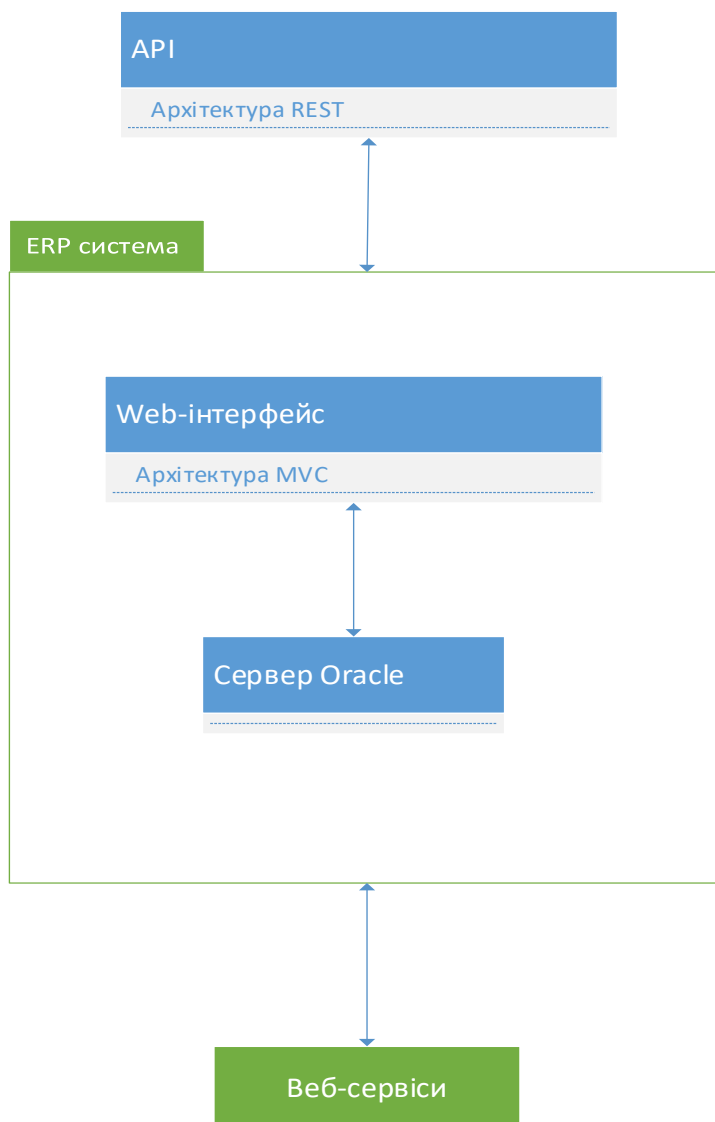


Рис. 1. Абстрактна схема архітектурних рішень на ПРАТ «Оболонь»

### Література

1. Redhat. (2023) 14 software architecture design patterns to know [online]. URL: <https://www.redhat.com/architect/14-software-architecture-patterns>.
2. GeeksForGeeks. (2023) Types of Software Architecture Patterns.[online]. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/types-of-software-architecture-patterns>.

## Принципові відмінності, переваги та недоліки в системах позиціонування UWB та GPS для використання у футболі

О. О. Кіриченко, М. П. Костіков

*Національний університет харчових технологій*

У сучасному світі для позиціонування використовуються такі системи, як UWB (Ultra-Wideband) і GPS (Global Positioning System). Кожна з них має різні принципи роботи та характеристики.

Щодо UWB, ця технологія нині активно досліджується та застосовується для різних завдань, серед яких визначення місця розташування рухомих об'єктів із низькою та високою швидкістю [1], безпілотних літальних апаратів [2], наближене оцінювання швидкості пристроїв без акселерометрів [3] тощо.

До загальних переваг UWB (Ultra-Wideband) слід віднести наступні:

- висока точність: UWB може забезпечувати надзвичайно високу точність позиціонування (до сантиметрів);
- низька чутливість до перешкод: UWB може працювати в умовах з великою кількістю перешкод, оскільки короткі імпульси добре проникають крізь стіни та інші перешкоди;
- можливість використання всередині приміщень: UWB особливо корисний для позиціонування всередині будівель та інших об'єктів, де сигнал GPS недоступний;
- низька споживча потужність.

Тим не менше, відомими недоліками UWB є:

- обмежений діапазон;
- залежність від інфраструктури: для позиціонування UWB може знадобитися наявності інфраструктури, такої як базові станції або інші вузли.

Що стосується GPS (Global Positioning System), серед її переваг:

- глобальне охоплення: GPS є світовою системою, із якою можна отримувати позицію де завгодно на Землі, де є видимі супутники;
- велика інфраструктура: GPS має велику кількість супутників та підтримується глобальною інфраструктурою, що робить його досить надійним та загальнодоступним;
- тривалий час роботи;
- низька вартість для користувачів: сигнали GPS безкоштовно доступні для користувачів.

Недоліками GPS є:

- чутливість до перешкод: сигнали GPS можуть бути блоковані високими будівлями, гірськими масивами та іншими перешкодами;
- можливий дрейф сигналу: у поганих умовах сигнали GPS можуть викликати дрейф сигналу та нестабільність позиціонування.

У футболі для визначення позицій гравців на полі традиційно використовують GPS, і на це є декілька причин:

- GPS є глобальною системою навігації, яка забезпечує доступ до сигналів супутників практично де завгодно на Землі;
- GPS-пристрої загалом є досить доступними та легкими для використання. Вони також не потребують встановлення додаткової інфраструктури, оскільки система GPS вже функціонує глобально;
- у багатьох випадках, особливо для позиціонування гравців на полі, точності GPS вистачає. Вона зазвичай вимірює позицію з точністю приблизно до метрів, що вважається достатньою для визначення положення гравців.

Проте застосування на футбольному полі UWB як заміни GPS також може бути обґрунтованим, особливо якщо є потреба в більшій точності та деталізації вимірювань, що стосуються руху гравців та їхніх позицій:

- UWB може надавати надзвичайно високу точність позиціонування (до сантиметрів), що може бути корисним для аналізу руху гравців і тактики на футбольному полі;
- у випадку футбольних ігор, де гравці можуть знаходитися біля високих будівель або в лісових зонах, де сигнали GPS можуть бути обмежені, UWB може бути більш надійним рішенням;
- UWB може надавати додаткові можливості, такі як визначення взаємного розташування гравців, вимірювання швидкості та прискорення, що корисно для аналізу гри та підготовки команди.

Так чи інакше, перед використанням UWB на футбольному полі важливо враховувати деякі обмеження та вимоги:

- впровадження UWB може бути дорожчим у порівнянні з використанням GPS;
- опрацювання та аналіз даних із UWB може бути більш складним, ніж у випадку з GPS.

Усі ці аспекти варто ретельно розглянути перед прийняттям остаточного рішення, чи варто використовувати UWB як заміну GPS на футбольному полі. В кінцевому підсумку вибір залежатиме від конкретної мети та наявних можливостей впровадження тієї чи іншої технології.

### Література

1. Paszek K., Grzechca D. (2023) 'Using the LSTM Neural Network and the UWB Positioning System to Predict the Position of Low and High Speed Moving Objects', *Sensors*, vol. 23, no. 19, p. 8270. DOI: <https://doi.org/10.3390/s23198270>.
2. Moon S., Youn W. (2022) 'A Novel Movable UWB Localization System Using UAVs', *IEEE Access*, vol. 10, pp. 41303–41312.
3. Alonge F., Cusumano P., D'Ippolito F., Garraffa G., Livreri P., Sferlazza A. (2022) 'Localization in Structured Environments with UWB Devices without Acceleration Measurements, and Velocity Estimation Using a Kalman–Bucy Filter', *Sensors*, vol. 22, no. 16, p. 6308. DOI: <https://doi.org/10.3390/s22166308>.

## Моделювання поверхневих хвиль зсуву у структурі шарів на періодично-шаруватому півпросторі

В. В. Левченко, С. В. Сімченко

*Державний університет інформаційних і комп'ютерних технологій*

Питання поширення поверхневих хвиль різної фізичної природи у періодично неоднорідних середовищах є актуальною темою сьогодення [1, 2]. Основна увага при проведенні цих досліджень приділялася питанню про можливість існування поверхневих ефектів у структурах, що розглядаються, зонної локалізації дисперсійних кривих та їх шматкової безперервності. При отриманні дисперсійних умов існування поверхневих хвиль передбачалося, що поверхнева хвиля локалізована на верхній межі неоднорідного півпростору та згасає з віддаленням від вільної границі. Питання про поверхневі хвилі, які локалізовані на одній із внутрішніх границь розриву властивостей півпростору за відсутності вимоги згасання хвиль у середовищі над аналізованою границею автору невідомі.

Розглянемо регулярно-шаруватий ізотропний півпростір, утворений періодичним повторенням у напрямку осі  $oz$  «породжуючого» пакета з  $Q$  шарів. Припускаємо, що зсувні хвилі  $u(x, z, t)$  поширюються у бік осі  $ox$  і мають загасаючий характер, починаючи з границі  $z_M = Mh + h_1 + h_2 + \dots + h_l$ , ( $l < Q$ )  $M$  — кількість «породжуючих» пакетів між вільною границею та границею  $z_M$ . Тут  $h_i$  — товщини шарів.

Хвильовий процес у шарах описується системою рівнянь

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial \sigma_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{yz}}{\partial z} \quad \sigma_{yx} = \mu \frac{\partial u}{\partial z} \quad (1)$$

Розв'язання задачі про поверхневі хвилі в структурі шар на регулярно шаруватому напівпросторі зводиться до нескінченної системи рівнянь алгебри. З вимог існування нетривіального та загасаючого розв'язку знаходимо дисперсійні співвідношення для поверхневих хвиль.

$$(N_Q^{11} - N_Q^{22} - N_Q^{21} S_0) S_0 + N_Q^{12} = 0; \quad \left| N_Q^{22} + N_Q^{21} S_0 \right| > 1. \quad (2)$$

Тут введені передавальні матриці «породжуючого» пакету шарів  $N_Q = \prod_{q=1}^Q N^{-1}(a_q; 0) N(a_q, \theta_q)$  та передавальні матриці  $N_0$  між вільною межею і границею  $z_M$  та позначення  $S_0 = -N_0^{12} / N_0^{11}$ .

Виконавши низку перетворень та виходячи з вимоги існування загасаючого розв'язку системи рівнянь знайдемо дисперсійні співвідношення

$$(N_Q^{11} - N_Q^{22} - N_Q^{21} \mu_0 \tilde{\Omega}_0) \mu_0 \tilde{\Omega}_0 + N_Q^{12} = 0; \quad \left| N_Q^{22} + N_Q^{21} \mu_0 \tilde{\Omega}_0 \right| > 1 \quad (3)$$

для визначення поверхневих хвиль на межі розділу однорідного шару та регулярно-шарового напівпросторів.

У загальному випадку аналіз дисперсійних співвідношень (2) і (3)

можливий лише чисельно. Аналіз проводився при «породжуючому» пакеті, що складається з двох шарів і одиночного шару над границею шаруватого напівпростору. Як впливає з результатів чисельного аналізу при  $h_0 < 0,15$  характер спектра дисперсійних кривих подібний спектру дисперсійних кривих для поверхневих хвиль в регулярно-шароватому напівпросторі, що визначаються з умов  $N_2^{12} = 0$ ,  $|N_2^{11}| < 1$ . Як впливає з результатів налізу, якщо товщина додаткового шару мала в порівнянні з товщиною шарів напівпростору, то спектр дисперсійних кривих подібний до спектру для поверхневих хвиль в регулярно-шароватому напівпросторі. Збільшення значення  $h_0$  призводить до суттєвої зміни спектра дисперсійних кривих. У випадку, якщо верхній шар у напівпросторі «м'який», зі зростанням значення  $h_0$  перша дисперсійна крива локалізується як можна ближче до першої зони пропускання і надалі зникає. Області існування подальших дисперсійних кривих зменшуються. Якщо верхній шар «жорсткий» навпаки збільшення товщини додаткового шару призводить до появи в спектрі додаткових дисперсійних кривих. Слід також відзначити, що незалежно від властивостей верхнього шару в напівпросторі при товщині додаткового шару близькій, до товщини у напівпросторі, спектр дисперсійних кривих стає подібним до спектру дисперсійних кривих для поверхневих хвиль на межі однорідного і регулярно-шарового напівпросторів в області його існування  $k^2 > k_0^2$ . Причому подібність тим сильніша, чим нижче мода.

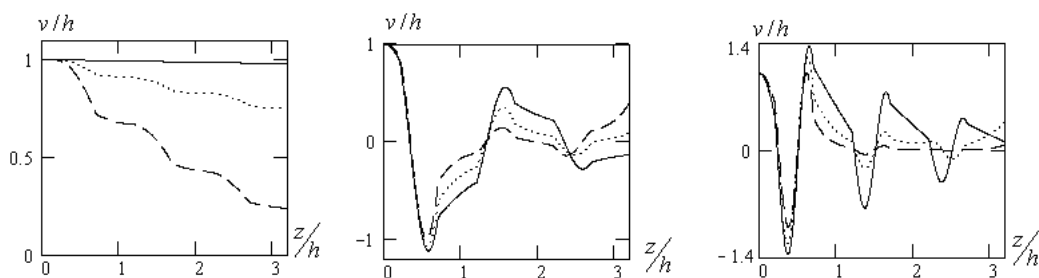


Рис. 1. Форми коливань для точок відповідно першої, другої та третьої моди дисперсійних кривих

Величиною, яка характеризує згасання хвиль є  $b_2$  —  $\text{Spur}$  (слід) передавальної матриці.

Характеристики регулярно шаруватого напівпростору прийняті такими:  $Q = 2$ ,  $\mu_{ж}/\mu_m = 10$ ,  $\rho_{ж}/\rho_m = 2$ ,  $h_m^* = h_m/h = 0.5$ ,  $h_{ж}^* = h_{ж}/h = 0.5$ ,  $h = h_{ж} + h_m$ . Індексом «м» позначені характеристики «м'якого» шару, а «ж» — відповідно, «жорсткого».

На рисунках представлені результати для випадку, коли верхній шар напівпростору і додатковий шар «жорсткі».

На рис. 1 наведено форми коливань для точок першої, другої та третьої моди дисперсійних кривих. Із чисельного аналізу впливає, що зміною товщини додаткового шару можна ефективно керувати не тільки спектром дисперсійних кривих, але й швидкістю згасання поверхневих хвиль.



## Створення інформаційної системи для відділу логістики

З. А. Левчук, О. П. Андріюк

*Національний університет харчових технологій*

Логістичні транспортні послуги відіграють важливу роль у забезпеченні різноманітних потреб суспільства, забезпечуючи доставлення основних товарів, таких як харчові продукти, будівельні матеріали та медичні препарати.

Зі збільшенням кількості маршрутів перевезення та з урахуванням обмежень, які накладає воєнний стан, підприємства стикаються зі складністю визначати оптимальні графіки перевезень, що призводить до не ефективного використання ресурсів. Для розв'язання поставлених задач прийнято рішення розробити інформаційну систему, яка розрахована на підприємства, які хочуть розширюватися та мати можливість контролю над наявними перевезеннями.

Інформаційна система призначена для відділів логістики і повинна забезпечити комплекс інструментів для управління та оптимізації маршрутів. Наявні платформи мають певний значний перелік недоліків. Ці системи направлені або на роботу з вантажними перевезеннями більшими, як 15 тонн, або кур'єрськими доставками.

Інформаційна система, яка розроблюється, призначена переважно для підприємств, що здійснюють міські та міжміські перевезення вантажів на вантажівках до 10 тонн. Система забезпечить надання аналітичних даних щодо перевезень, рекомендації щодо оптимізації маршрутів, фільтрацію, сортування.

Клієнтська частина інформаційної системи буде створена як вебзастосунок з використанням технології PWA [1]. Це рішення забезпечить крос-платформеність системи, та дасть змогу використовувати систему водіям з мобільних пристроїв або планшетів. Також система PWA надає можливість встановлювати систему, як нативний застосунок на будь-яку систему.

Бізнес частина буде являти собою сервер який буде комунікувати за допомогою REST API [2] протоколу.

Серед технологій, які планується використати при створенні інформаційної системи:

- мова програмування *Typescript* для написання коду програми;
- фреймворк *Nest.js* для розробки REST API серверу;
- фреймворк *Next.js* для розробки інтерфейсу;
- СКБД *MongoDB* для збереження даних;
- файли *.csv* для експорту статистики та маршрутів.

### Література

1. LePage P., Richard S. (2020) 'What are Progressive Web Apps?' [online], *web.dev*. URL: <https://web.dev/articles/what-are-pwas>.
2. Kumar S. (2019) 'RESTful API' [online], *Medium*. URL: <https://medium.com/@ksarthak4ever/restful-api-1a49417729a8>.
3. Deparkes (2017) *Phonetic Algorithms* [online]. URL: <https://deparkes.co.uk/2017/12/01/phonetic-algorithms>.

## Розроблення та впровадження IoT-системи для моніторингу та керування параметрами вирощування польових культур у господарстві

Р. В. Лісневський, В. О. Кіча

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Сучасне сільське господарство все більше спрямоване на використання високотехнологічних рішень для ефективного вирощування культур. Інтернет Речей (IoT) в цьому контексті виявляє великий потенціал. Стаття розглядає розробку та впровадження IoT-системи для моніторингу та керування параметрами вирощування культур на сільськогосподарському підприємстві.

Перед розробкою IoT-системи проведено докладний аналіз потреб та особливостей господарства. Це визначає, які параметри необхідно моніторити та контролювати для оптимізації вирощування культур.

Система розробляється з використанням сучасних технологій, таких як сенсори для вимірювання параметрів, засоби передачі даних та аналітичні інструменти. Це спрямовано на створення повноцінної системи моніторингу та управління.

На наступному етапі встановлюються сенсори на полі для збору даних. Ці дані передаються до центральної системи для обробки та прийняття рішень. Процес реалізації системи доповнений тестуванням для перевірки її ефективності.

Під час впровадження системи на господарстві виявлено можливості для оптимізації та вдосконалення. Зібрані дані аналізуються, щоб оцінити вплив системи на врожайність та ефективність господарювання.

Розробка та впровадження IoT-системи в сільському господарстві є перспективним напрямком. Це дозволяє фермерам ефективно використовувати ресурси та максимізувати врожайність, підвищуючи загальну продуктивність господарства.

У подальшому розвитку системи необхідно розглядати можливості інтеграції штучного інтелекту для аналізу великих обсягів даних та надання точних рекомендацій для фермерів. Це допоможе максимізувати виробничий потенціал та підвищити стійкість господарства до зовнішніх впливів.

Завдяки розробці та впровадженню IoT-системи в агросектор, сільське господарство отримує не лише інструменти для оптимізації, але й важливий крок у напрямку сталого та ефективного виробництва.

### Література

1. Johnson M., Patel R. (2018) 'IoT Applications in Precision Agriculture: A Case Study on Sensor Integration for Crop Monitoring', *Journal of Precision Agriculture*, 12(4), 567–580.
2. Brown A., Davis C. (2019). 'Smart Farming: Integrating IoT to Enhance Crop Yield', *International Conference on Agricultural Innovation*, 231–245.
3. White L. et al. (2021) 'IoT-Based Farm Management Systems: Challenges and Opportunities.', *Agricultural Informatics*, 8(3), 211–228.

## Дослідження аспектів точного землеробства щодо раціонального внесення добрив

Я. В. Ляшенко, О. М. М'якшило

Національний університет харчових технологій

Сільськогосподарське виробництво характеризується нерівномірністю розподілу ресурсів у просторі і часі. Одним із важливих елементів ефективного використання ресурсів сучасного сільськогосподарського виробництва є застосування технологій точного землеробства.

Використання цих технологій дає можливість отримати значний економічний ефект у результаті раціонального використання земельних ресурсів, технологічного матеріалу [1, 4]. Схему реалізації точного землеробства наведено на рис. 1:

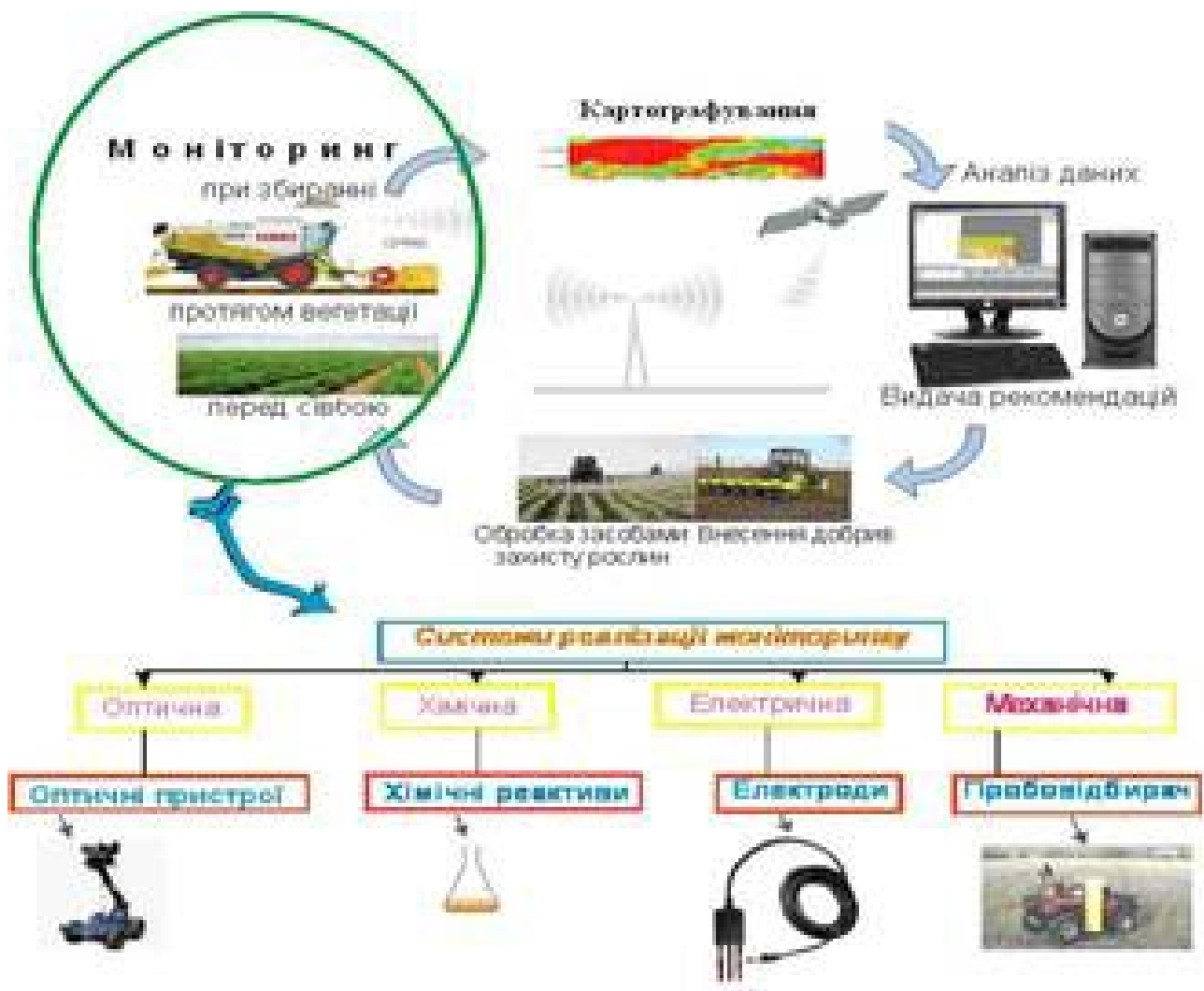


Рис. 1. Схема реалізації технологій точного землеробства

Суттєве покращення ефективності рослинництва може бути досягнуто при переході від суцільного до локально-дозованого або диференційованого обробітку ґрунту і рослин. При цьому кожна технологічна операція виконується

згідно оперативно отриманої інформації, або відповідно до картограми, яка розробляється попередньо на основі різнопланової інформації [1–4].

Зважаючи на ключову роль сільського господарства в економіці України, видається актуальним розробка застосунку для раціонального внесення добрив на основі GPS. Ефективне використання добрив може суттєво покращити врожайність і знизити витрати, сприяючи економічному процвітанню країни.

Враховуючи глобальний тренд зростання вимог споживачів до високоякісних продуктів, запропонований застосунок спрямований на допомогу фермерам у вирощуванні продукції високої якості. Оптимізація внесення добрив дозволить фермерам відповідати сучасним очікуванням споживачів, адаптуючи сільськогосподарські практики до ринкових тенденцій.

Акцентуючи на екологічних аспектах традиційних методів сільського господарства, точне землеробство підтримує використання GPS-технологій для зменшення витрат пального та часу на полі. Зменшення викидів сприяє екологічній безпеці, відповідаючи сучасним вимогам стійкого розвитку.

Підкреслюючи експертизу підприємства в галузі GPS-навігаційних технологій, ця теза вказує на відповідність запропонованого проекту поточним тенденціям в сільському господарстві. Інтеграція GPS для внесення добрив не лише вирішує поточні аграрні завдання, але й позиціонує компанію як піонера в розвитку сільського господарства.

Використання GPS-технологій у сільському господарстві не лише слугує меті оптимізації використання добрив, але й робить компанію привабливішою для додаткових фінансових ресурсів.

Зосереджуючись на більш широкому впливі, ефективно внесення добрив сприяє збільшенню продуктивності та зменшенню відходів. Це, своєю чергою, позитивно впливає на економічний розвиток регіонів і країни в цілому, відповідаючи ширшим цілям сталого сільського господарства та економічного зростання.

### Література

1. Liakos K. G., Busato P., Moshou D., Pearson S., Bochtis D. (2018) Machine Learning in Agriculture: A Review', *Sensors*, 18(8), 2674.
2. Shneiderman B., Plaisant C., Cohen M., Jacobs S., Elmqvist N., Diakopoulos N. (2016). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*, 6<sup>th</sup> ed., Pearson, 340 p.
3. Goldberg A. V., Harrelson C. (2005) 'Computing the shortest path: A search meets graph theory', *Proc. of the 16<sup>th</sup> Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms, Society for Industrial and Applied Mathematics 3600 University City Science Center Philadelphia, PA, United States, January 2005*, pp. 156–165.
4. Pedersen S. M., Lind K. (2017) 'Precision Agriculture: Technology and Economic Perspectives', *Progress in Precision Agriculture*, 288 p.
5. Agremo (2022) *How Precision Agriculture Can Solve the Problem of High Fertilizer Prices* [online]. URL: <https://www.agremo.com/how-precision-agriculture-can-solve-the-problem-of-high-fertilizer-prices>.
6. Lichman G. I., Belykh S. A., Marchenko A. N. (2018) 'Methods of Applying Fertilizers in Precision Agriculture', *Agricultural*.

## Спосіб проєктування високонавантажених систем для перевірки вхідних даних користувачів

Я. В. Мазан

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Швидкісна перевірка великих масивів вхідних даних користувачів – це важлива проблема сучасної обчислювальної науки. Вона постає при модерації фото чи відео користувачів у соцмережах, пошуку серед них шахраїв, перевірці банківських трансакцій тощо.

Основними викликами під час розробки таких систем є повна автоматизація, висока швидкодійність, стійкість до високого навантаження та змінюваність – можливість додати чи забрати конкретний критерій перевірки.

Зараз цю задачу кожен застосунок вирішує окремим способом, що призводить до їх несумісності, а загальні правила для якості та безпеки відсутні. У роботі пропонується стандартизоване проєктування таких систем та продемонстровано його приклад для системи модерації фотографій у соцмережі.

Для розробки таких систем пропонується використовувати мікросервісну архітектуру. Мікросервіс — це злагоджений незалежний модуль, який взаємодіє з іншими модулями за допомогою передачі повідомлень [1]. Кожен мікросервіс може бути розроблений та протестований незалежно від інших, через що масштабування системи стає більш простим.

У стандартизованій системі для перевірки вхідні дані спочатку подаються на окремий мікросервіс попередньої обробки, де відбувається їх перетворення у формат, зрозумілий для інших мікросервісів. Після цього виконуються паралельні запити на мікросервіси автоматичної перевірки. З відповідей мікросервісів автоматизованої перевірки формується запит на мікросервіс прийняття рішення, де остаточно вирішується — схвалити чи відхилити дані користувача. Далі він відправляє повідомлення на мікросервіс фонових задач, що виконує додаткові дії. На вивід повертається кінцеве рішення — схвалення чи відхилення. Структуру системи зображено на рис. 1.

Цей спосіб проєктування був використаний при розробці системи для автоматичної модерації фотографій. В ній мікросервіс попередньої обробки даних перетворював зображення у зрозумілий для інших мікросервісів масив байтів, а модулі автоматизованої перевірки мали такий вигляд:

1. Мікросервіс для визначення наявності обличчя. Для цього була натренована нейромережа, що на вхід приймає сире зображення, а на вихід повертає значення від 0 до 1.

2. Мікросервіс для виявлення непристойних фотографій. Було використано існуючу нейромережу `open_nsfw` [2], що на вхід приймає сире зображення, а на вихід повертає значення від 0 до 1.

3. Мікросервіс, що знаходить схожі фотографії, рішення за якими було прийнято раніше, та повертає попередній результат. Для визначення схожості

фотографії з іншими використано перцептивне хешування — одностороннє відображення зображення у рядкове хеш-значення з точки зору його вмісту [3]. Попередні рішення зберігаються в базі даних.

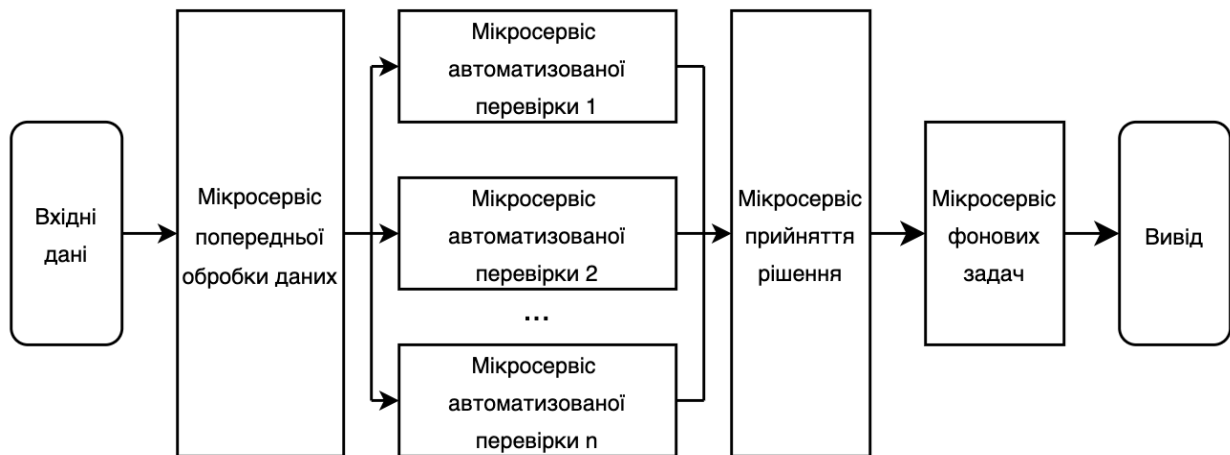


Рис. 1. Стандартна структура систем для перевірки даних користувачів

Мікросервіс прийняття рішень автоматично відхиляє фотографію, якщо хоча б одна з нейромереж повернула результат вище порогового значення 0,9 або мікросервіс, що зберігає попередні рішення, віддасть, що раніше схожа фотографія була відхилена. Мікросервіс для фонових задач приймає на вхід рішення по поточній фотографії та зберігає його в базі даних.

Для високої відмовостійкості застосовується підхід Cloud Native, коли система працює на віддаленому сервері, а доступ до його обчислювальних ресурсів конфігурується автоматично. За допомогою Kubernetes автоматично створюються репліки на кожен мікросервіс. Через це навіть при підвищеному навантаженні система може перерозподілити запити з одної репліки на іншій та балансувати навантаження [4].

Таким чином, спроектована система виявилась зрозумілою, масштабною та легкою для відтворення, що робить запропонований підхід практичним та застосовним у галузі високонавантажених систем для перевірки даних користувачів.

### Література

1. Dragoni N., Giallorenzo S., Lafuente A. L., Mazzara M., Montesi F., Mustafin R., Safina L. (2017) 'Microservices: yesterday, today, and tomorrow', *Present and ulterior software engineering*, pp. 195–216.

2. Yahoo (2019) *open\_nsfw: Not Suitable for Work (NSFW) classification using deep neural network Caffe models* [online]. URL: [https://github.com/yahoo/open\\_nsfw](https://github.com/yahoo/open_nsfw).

3. Niu X., Jiao Y. (2008) 'An overview of perceptual hashing', *Acta Electronica Sinica*, vol. 36, no. 7, p. 1405.

4. Bartlett J. (2022) *Cloud Native Applications with Docker and Kubernetes: Design and Build Cloud Architecture and Applications with Microservices, EMQ, and Multi-Site Configurations*, 1<sup>st</sup> ed. Berkeley, CA: Apress, 292 p.

**Системний підхід забезпечення функціональної стійкості екосистем  
під час надзвичайних ситуацій, які пов'язані з техногенними аваріями  
та катастрофами**

**О. А. Машков, Т. С. Оводенко**

*Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління*

**К. Є. Мухіна**

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**В. І. Присяжний**

*Національний центр управління та випробувань космічних засобів*

Авторами пропонуються результати науково-методичних, прикладних і експериментальних досліджень з розв'язання проблеми застосування системного підходу в екологічній науці: системний екологічний аналіз та синтез управлінських екологічних рішень.

Системний підхід забезпечення функціональної стійкості екосистем під час надзвичайних ситуацій, які пов'язані із техногенними аваріями та катастрофами розглядається у двох частинах. В першій частині здійснюється системний аналіз складних екологічних систем. На другому етапі здійснюється синтез управлінських екологічних рішень в питаннях захисту довкілля та природних ресурсів з використанням сучасних теоретичних наукових методів, аерокосмічних технологій.

Системний аналіз надзвичайних ситуацій, які пов'язані із техногенними аваріями та катастрофами передбачає аналіз надзвичайних ситуацій які пов'язані із техногенними аваріями та катастрофами, що сталися в кінці ХХ – початку ХХІ ст., із застосуванням хімічних отруйних і радіоактивних речовин, аналіз найбільших катастроф на АЕС. Особа увага надається аваріям і катастрофам на підприємствах і транспорті, що супроводжуються викидом небезпечних хімічних речовин в атмосферу, а також аварії та пожежі, що призводять до викиду небезпечних і токсичних хімічних речовин в атмосферу

Аналіз надзвичайних ситуацій, які пов'язані із техногенними аваріями та катастрофами передбачає визначення вражаючих факторів радіоактивного забруднення атмосфери, ґрунтів, вражаючих факторів хімічного забруднення атмосфери, ґрунтів, водної поверхні. Також аналізуються існуючі методи і способи екосистем від вражаючих факторів та наслідків техногенних аварій та катастроф

Методологія впровадження системного підходу забезпечення функціональної стійкості екосистем при виникненні надзвичайних ситуацій, які пов'язані із техногенними аваріями та катастрофами передбачає визначення поняття функціональної стійкості екосистеми та формування математичної моделі функціонально стійкої екосистеми, яка забезпечує екологічну безпеку при виникненні техногенних аварій та катастроф. При цьому враховуються: властивості і можливості фазового простору та вектор-функції для опису

функціонування екосистеми; поверхні рівня як засіб для опису скалярних полів екосистеми; векторні лінії як засіб для опису векторного поля екосистеми; врахування вражаючих факторів надзвичайних ситуацій, викликаних забрудненням атмосфери радіоактивними і отруйними речовинами на відкритій місцевості, визначення керуючих функцій в системі управління екологічною безпекою екосистеми.

Механізми забезпечення функціональної стійкості екосистем під час надзвичайних ситуацій, які пов'язані із техногенними аваріями та катастрофами передбачає застосування математичної моделі функціонально стійкої екосистеми в умовах впливу дестабілізуючих зовнішніх та внутрішніх факторів, використання керуючого алгоритму забезпечення функціональної стійкості екосистем під час надзвичайних ситуацій, які пов'язані із техногенними аваріями та катастрофами. Перевірка достовірності розроблених математичних моделей забезпечення системного підходу забезпечення функціональної стійкості екосистем під час надзвичайних ситуацій, які пов'язані із техногенними аваріями та катастрофами передбачає: опис системи управління екологічною безпекою екосистем; перевірку ефективності системи управління екологічною безпекою під час надзвичайних ситуацій, які пов'язані із техногенними аваріями та катастрофами; розробка рекомендацій щодо створення систем управління екологічною безпекою об'єктів критичної інфраструктури (техногенне небезпечних об'єктів).

Таким чином системний підхід ґрунтується на вмінні виокремлювати ключові чинники, що впливають на функціонування й розвиток системи, на формування ієрархії цих чинників залежно від сили їхнього впливу на систему в тісному взаємозв'язку із зовнішнім і внутрішнім середовищем.

Головна перевага системного підходу — це здатність глибшого осягнення проблемних чи інших ситуацій. Той, хто послуговується таким підходом, краще орієнтується і знаходить оптимальні вирішення проблеми, враховуючи минулий досвід і передбачувані перспективи.

### Література

1. Машков О. А., Іващенко Т. Г., Мухін Є. А., Мухіна К. Є., Триснюк В. М., Чумаченко С. М. (2023) *Системний підхід в екологічних науках: системний екологічний аналіз та синтез управлінських екологічних рішень*. Дніпро: Середняк Т. К., 642 с, ISBN 978-617-8245-31-3.

2. Бондар О. І., Машков О. А., Присяжний В. І., Оводенко Т. С., Печений В. Л. (2023), 'Парадигма обробки інформації в інтелектуальній інформаційній системі для підтримки прийняття рішень в галузі екологічної безпеки', *Екологічні науки*, К.: ДЕА, вип. 4(49), с. 144–152.

3. Бондар О. І., Машков О. А., Міхеєв В. С. (2020) 'Системний підхід щодо оцінювання екологічного впливу авіаційної техніки на стан довкілля', *Екологічні науки*, К.: ДЕА, № 1(28), с. 191–200.

4. Машков О. А., Міхеєв В. С., Жукаускас С. В. (2020) 'Створення системи підтримки інформаційних екологічних рішень як системне забезпечення екологічної безпеки держави', *Науковий часопис Академії національної безпеки*, № 1–2(25–26), с. 58–76.



## **Дослідження та розроблення інформаційної системи підтримки управління продажами для фірми з розроблення та впровадження ІТ-рішень**

**Т. Р. Мірзамухамедов**

*Національний університет харчових технологій*

У сучасних умовах господарювання успіх будь-якої компанії значною мірою залежить від ефективності управління продажами. Інформаційні системи (ІС) підтримки управління продажами (ПУП) є одним із ключових інструментів, що допомагають менеджменту компаній приймати обґрунтовані рішення та підвищувати продуктивність продажів.

Для фірм із розроблення та впровадження ІТ-рішень ефективно управління продажами є особливо важливим, адже вони працюють на конкурентному ринку і пропонують складні продукти та послуги. ІС ПУП для таких компаній повинні забезпечувати наступні можливості:

- збір та аналіз даних про продажі, клієнтів та ринок;
- планування та прогнозування продажів;
- використання CRM-системи для управління взаємовідносинами з клієнтами;
- автоматизація процесів продажів.

Метою дослідження є розробка ІС ПУП, яка буде відповідати вимогам фірм з розробки та впровадження ІТ-рішень.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- проаналізувати існуючі ІС ПУП для фірм з розробки та впровадження ІТ-рішень;
- визначити вимоги до ІС ПУП для таких компаній;
- розробити архітектуру та функціонал ІС ПУП;
- провести розробку та впровадження ІС ПУП.

Для розв'язання поставлених завдань будуть використані наступні методи дослідження:

- аналіз наукової літератури та нормативно-правових документів;
- опитування фахівців з управління продажами;
- розроблення та проведення тестування прототипів ІС ПУП.

У результаті дослідження буде розроблена ІС ПУП, яка буде відповідати наступним вимогам:

- гнучкість та масштабованість;
- зручність використання;
- надійність та безпека;
- ефективність.

Після завершення розробки та впровадження ІС ПУП будуть проведені дослідження щодо її ефективності. Також будуть розглянуті можливості розширення функціоналу ІС ПУП для підтримки інших аспектів управління продажами, таких як маркетинг та управління персоналом.

## Розроблення програмного забезпечення для кількісної оцінки популяції мікродорості *Chlorella vulgaris*

Д. С. Новак

*Київський національний університет дизайну і технологій*

М. Л. Сукало

*Національний університет харчових технологій*

На теперішній час питання виробництва і контролю біомаси мікродорості *Chlorella vulgaris* є актуальним, оскільки вона застосовується у різних галузях, таких як біопалива, харчова промисловість та біотехнології. Проведено розроблення програмного забезпечення для кількісної оцінки популяції мікродорості *Chlorella vulgaris* в автоматичному режимі.

Метою дослідження є розроблення програмного забезпечення для кількісної оцінки росту популяції мікродорості *Chlorella vulgaris*.

Розроблено програмне забезпечення з використанням мови програмування Python та бібліотек PIL, Numpy, Matplotlib, Xlsxwriter. Проведено верифікацію розробленого програмного забезпечення з використанням фотографій зразків популяції мікродорості *Chlorella vulgaris* на різних етапах росту біомаси, а саме зразків з періодом фотофіксації в декілька тижнів.

Для оцінювання однорідності розподілу частинок біомаси в водному середовищі використано метод сегментації зображень. Проведено аналіз фотографій зображень популяції мікродорості протягом 4 тижнів, що наведено на рис. 1:

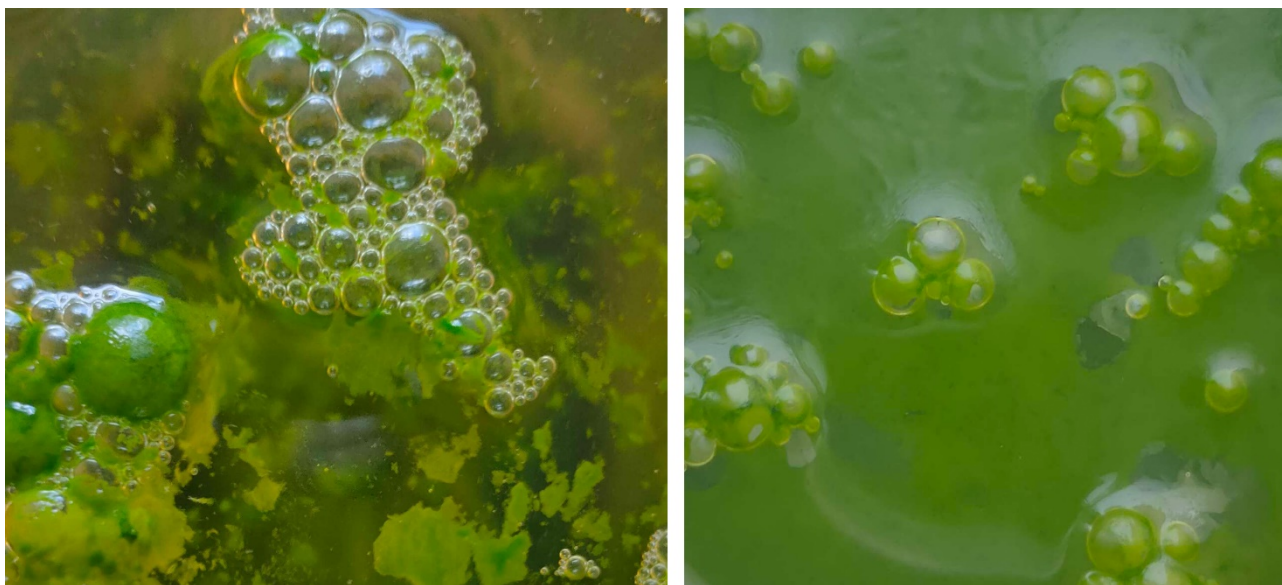


Рис. 1. Зображення популяції мікродорості *Chlorella vulgaris*

Отримані фотографії конвертують у масив даних за допомогою функції *loadImage* із використанням бібліотеки *numpy* та методу *asarray*. Після конвертації відбувається процес розділення масиву даних на під масиви, розмір яких задають за допомогою функції *blockImage*.

Розрахунок стандартного квадратичного відхилення концентрації частинок у кластерах (std), середньої концентрації частинок біомаси в водному розчині (avg) та коефіцієнту неоднорідності Ластовцева (mixingIndex) проведено за методами, які наведено на рис. 2. Результати оцінювання рівномірності розподілу частинок біомаси мікродорості у водному розчині наведено на гістограмі (рис. 2):

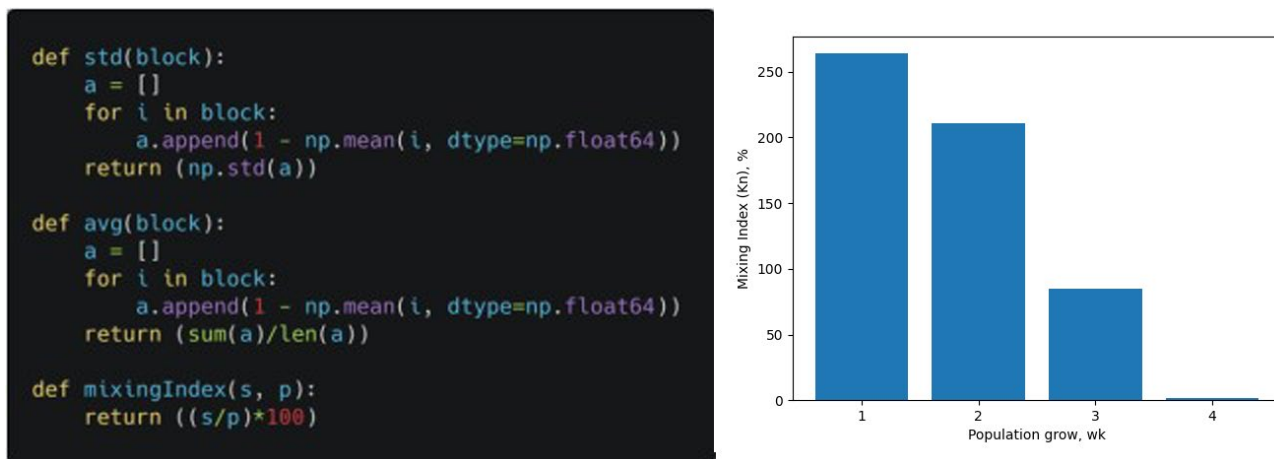


Рис. 2. Методи розрахунку коефіцієнту неоднорідності Ластовцева та гістограма коефіцієнта неоднорідності ( $K_n$ ) водного розчину від зміни популяції мікродорості *Chlorella vulgaris* за тижні (wk)

Мікродорості *Chlorella vulgaris* на першому тижні росту популяції характеризуються найбільшою неоднорідністю розподілу частинок ( $K_n \approx 260\%$ ). Неоднорідність мікродорості на 2 тижні росту популяції вища, ніж для 3 тижня. Порівняння даних показує, що 4 тижень росту популяції ( $K_n \approx 3\%$ ) характеризуються найвищою однорідністю.

Зниження значення  $K_n$  для росту популяції від 1 до 4 тижня можна пояснити наявністю оптимальних умов для вирощування *Chlorella vulgaris*. Максимальний приріст біомаси, що відповідає  $0,5 \text{ дїб}^{-1}$ , відбувається за температури  $32,5^\circ \text{ C}$  і при рН у межах 6,31–6,84.

Наведену методику дослідження може бути використано при розробленні автоматизованих моніторингових комплексів екологічного стану водних ресурсів, а також для контролю популяції мікродорості хлорела у промисловому виробництві. Можливе використання методики для дослідження рівня концентрації інших видів мікроорганізмів у водному середовищі.

### Література

1. Аужанова Н. Б. (2014) 'Морфологічна та систематична характеристика хлорели. Її виробництво та застосування', *Науковий вісник*, № 1(1), с. 113–126.
2. Kim J., Lee J.-Y., Keener T. C. (2009) 'Growth Kinetic Study of *Chlorella Vulgaris*', *AIChE Annual Meeting*, p. 6.
3. Новак Д. С., Мариньяк К. А. (2021) 'Розроблення програмного забезпечення для оцінювання однорідності розподілу наповнювача в полімерній матриці', *Технології та інжиніринг*, № 6, с. 37–44.

**Система «Контингент студентів ВНЗ»  
як система супроводу освітнього процесу**

**І. В. Овчарук, Д. Л. Джус**

*Державний університет інфраструктури та технологій*

Сучасні умови роботи в усіх сферах діяльності вимагають використання інформаційних систем. Інформаційні системи та ІТ-інструменти можуть допомогти ефективно підтримувати освітні процеси у віддалених районах. Для навчальних закладів показником ефективності є якість наданих освітніх послуг. Одним із способів підвищення швидкості, якості та точності роботи є впровадження інформаційних систем у різні підрозділи навчального закладу для автоматизації окремих частин процесу.

Функціональними вимогами називають перелік сервісів, які повинна виконувати система. Відповідно до свого призначення, інформаційні системи для супроводу освітнього процесу повинні містити функціонал, що автоматизує максимальну можливу кількість процесів, які відбуваються у ході супроводу освітнього процесу ЗВО.

Існують різноманітні системи, що використовуються у ході ЗВО. Вони відрізняються за своєю структурою, і за функціоналом, який містять. Найбільш поширеними є такі інформаційно-аналітичні системи: система «Університет» – для управління закладом вищої освіти [1]; програмний комплекс «Автоматизована система управління навчальним закладом» [2], програмне забезпечення ПП «ПолітекСОФТ» [3]. Вони призначені для реалізації таких задач як планування змін контингенту студентів, аналізу та прогнозу кількості студентів на українському ринку, надання інформаційних послуг та для автоматизації роботи різних структурних підрозділів.

У закладах вищої освіти велика увага приділяється проблемам управління контингентом здобувачів вищої освіти. Проводяться дослідження та розробляються комплекси економіко-математичних моделей аналізу та прогнозування руху контингенту студентів закладу вищої освіти. Це сприяє вдосконаленню систем підтримки прийняття ефективних управлінських рішень [1, 3].

Оскільки облік та моніторинг контингенту студентів є однією з основних ланок роботи навчального відділу закладу вищої освіти, то на сьогодні актуальною є задача автоматизації обробки великих обсягів інформації при аналізі руху контингенту студентів, які навчаються за відповідними освітніми програмами підготовки.

Крім того, в інформаційно-аналітичних системах також має бути наявний аналіз руху контингенту з різноманітних причин: академвідпустка, відрахування, поновлення і відповідна обробка статистичної інформації [4]. Це стає дедалі більш необхідним для забезпечення оперативного формування відповідних управлінських рішень за результатами проведеного аналізу.

Також є актуальним проведення дослідження щодо механізмів управління

й аналізу бізнес-інформації у закладі вищої освіти за допомогою найсучасніших технологій.

Системи, що реалізують супроводжувальний процес і відповідно використовуються різними структурними підрозділами ЗВО, можуть мати різну направленість, тобто включати цілий комплекс підсистем. До таких підсистем належить підсистема документообігу, яка призначена для обліку і керування інформацією щодо таких документів: договори (форма оплати — бюджет / контракт); документація щодо оплати навчання, сповіщення системи (наприклад, виділення червоним прізвищ) щодо непроплаченого терміну навчання, та суми заборгованості; ведення обліку студентів на контракті і на бюджеті, переведення з однієї форми навчання на іншу; облік руху контингенту: переведення, відрахування, поновлення; особові дані студента, особисті документи — паспорт ...; контроль термінів придатності документів (своєчасне повідомлення, напр., про закінчення терміну дії паспорта); зміна особових даних.

Інша підсистема може містити інформацію щодо аналізу контингенту та включати методи та алгоритми обробки статистичної інформації, а також методи прогнозування щодо вступників до визначеного ЗВО на основі аналізу даних за попередні періоди.

Інформаційна система, що розроблюється, передбачає містити модулі, серед яких як аналітичні, так і модулі опрацювання статистичної інформації. Така підсистема містить опрацювання та аналіз статистичної інформації з виведенням графіків та гістограм, наприклад:

- 1) інформація про контингент за спеціальностями минулих років, наприклад за попередніх 5–6 років, тенденції вступу/відрахування до кожної спеціальності за певний період часу.
- 2) прогнозування, застосовуючи відповідні методи аналізу та прогнозування, вступу на наступні (наступний) рік на основі аналізу вступу контингенту минулих років.
- 3) вибірка студентів: відсоток контракту, відсоток бюджету по спеціальностям, по факультету, по ВНЗ, тенденція змін.
- 4) географія проживання студентів, статистика у відсотках: місто, за містом, із окупованих територій.

У роботі проєктується та розроблюється інформаційна система «Аналіз контингенту студентів», яка би передбачала в своїй структурі комплекс підсистем для реалізації вищезазначених питань.

### Література

1. Співаковський О. В. та ін. (2005) *Інформаційні технології в управлінні вищими навчальними закладами*: метод. посіб. Херсон: Айлант, 212 с.
2. ООО «НПП "МКР"» (2023) *Автоматизована система управління навчальним закладом* [online]. URL: <http://mkr.org.ua/index.php?mnu=118>.
3. ПП «Політек-СОФТ» (2023) *Програмне забезпечення для вищих навчальних закладів України* [online]. URL: <http://www.politek-soft.kiev.ua>.
4. Петросян Л. Є. (2012) 'Автоматизація процесу обліку руху контингенту студентів в вишах та філіалах', *Сучасна техніка і технології*, № 4.

## **Система моніторингу здоров'я пацієнтів у медичних закладах за допомогою IoT**

**В. М. Одерієва, Р. В. Лісневський**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Із кожним днем технології Інтернет речей (IoT) стають більш інноваційними і, водночас, необхідними для людства. Ми це спостерігаємо у розвитку розумних технологій, від використання IoT пристроїв у промисловості до сфери охорони здоров'я, адже саме ріст у медичній сфері дозволяє безпечно та в режимі реального часу дистанційно стежити за пацієнтами для покращення якості обслуговування у медичних закладах.

Розглянемо ринок IoMT, який стрімко зростає. Statista стверджує, що IoT у сфері охорони здоров'я виросте з 50,3 мільярдів доларів США у 2020 році до 136 мільярдів доларів США до 2025 року при середньорічному темпі зростання 21% протягом прогнозованого раніше періоду. Основною причиною такого відсоткового стрибка є пропозиція широкого спектру переваг від IoT, невідмінно важливих у нашій системі здоров'я.

Дослідимо різні підходи IoMT системи та людського фактору стосовно надання медичних послуг та моніторингу здоров'я пацієнтів – їх основні переваги та недоліки. Стосовно позитивних аспектів, людський фактор має: експертний підхід (медичний персонал має експертні знання стосовно досвіду лікування та діагностики різних видів хвороб), емпатію та співпереживання (люди здатні враховувати психологічний стан пацієнта та надавати підтримку з емоційної точки зору); медичний IoT, своєю чергою, відрізняється своєю точністю та автоматизацією процесів (вони здатні автоматизувувати процеси збору та аналізу даних, забезпечуючи високу точність та об'єктивність результатів), віддаленим моніторингом (надання можливостей моніторити стан пацієнта у режимі реального часу, без присутності лікаря та не перебуваючи в лікарні), швидкісною реакцією на надзвичайні ситуації чи стани пацієнта (при виявленні аномалій чи відходу від нормального стану, система надсилатиме сповіщення медичному персоналу для негайної реакції).

Розберемо певну низку недоліків людського фактору: суб'єктивність (сюди входять особисті відчуття та оцінки, які в подальшому можуть вплинути негативно на об'єктивність діагнозу та лікування), обмеженість у доступності (лікарі не здатні фізично бути присутніми у кількох пацієнтів одразу, особливо в умовах обмежених ресурсів та великого навантаження), помилки та недбалість (при байдужості чи недостатньому фізичному відпочинку, персонал може припуститися помилки, які негативно сприятимуть одужанню пацієнта). Недоліки IoMT включають в себе: безпеку даних (збір, передача, збереження інформації про пацієнтів може створити загрозу для конфіденційності), вразливість до кібератак (IoMT можуть піддатися кібератакам, що зможе призвести до неправильного функціонування пристроїв), невірне зіставлення даних (алгоритми аналізу даних можуть бути неправильно інтерпретовані для

зчитування інформації з показників, що стовідсотково вплине на точність спостережень). Хоча існують певні виклики у даній сфері, такі як безпека чи вразливість до атак, IoT відкриває нові, більш інноваційні можливості у медичній сфері, поліпшуючи якість надання послуг та підвищуючи рівень діагностики.

Пропонуємо розглянути приклад роботи ІоМТ пристрою та послідовність кроків виконання збору вихідної інформації, наданої користувачем (див. рис. 1):

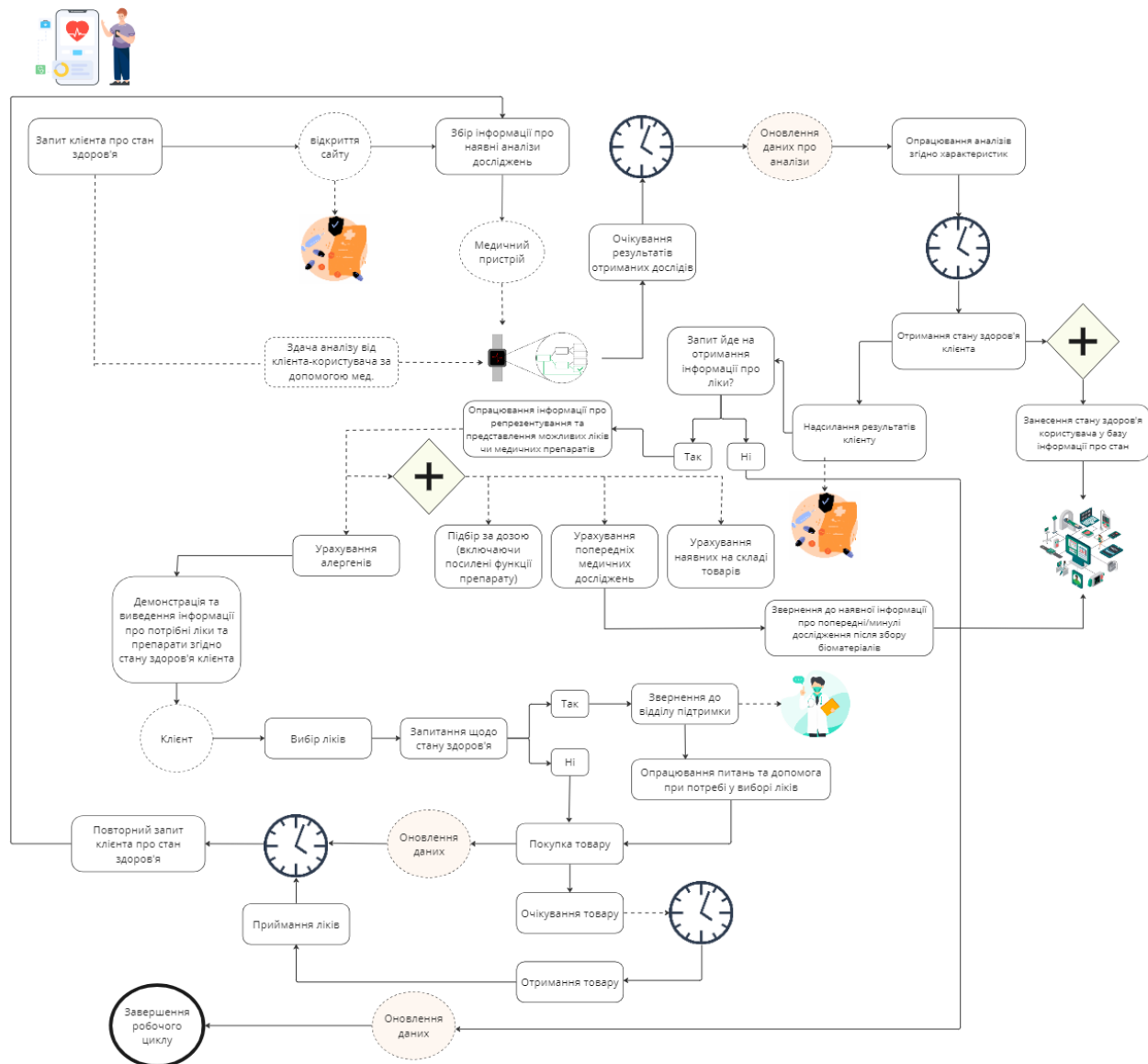


Рис. 1. Функціональна модель роботи ІоМТ-пристрою

## Література

1. Malasinghe L. P., Ramzan M., Dahal K. (2019) 'Remote Patient Monitoring: A Comprehensive Study', *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 10, 2019, pp. 57–76. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12652-017-0598-x>.
2. BGO Software (2023) *10 Internet of Things (IoT) Healthcare Examples* [online]. URL: <https://www.bgosoftware.com/blog/10-internet-of-things-iot-healthcare-examples>.



## **Проектування інформаційної системи моніторингу викидів CO<sub>2</sub> при експлуатації вантажних автомобілів харчових підприємств**

**В. П. Орехівська, С. В. Грибков, М. П. Костіков**

*Національний університет харчових технологій*

Харчові підприємства відіграють важливу роль у нашому суспільстві, забезпечуючи нас їжею та іншими продуктами. Проте експлуатація вантажних автомобілів на харчових підприємствах призводить до значних викидів CO<sub>2</sub> та інших забруднюючих речовин у атмосферу. Збільшення свідомості та впровадження екологічності в цьому секторі грає ключову роль у збереженні навколишнього середовища та зниженні впливу на зміну клімату.

За результатами аналізу систем автоматизованого збору даних для моніторингу і управління викидами, що раніше використовувалися на підприємствах харчової промисловості можна зробити висновки, що лише деякі з них є актуальними.

Пропонується використання нової інформаційної системи, яка може бути корисною для вирішення проблем з викидами CO<sub>2</sub> на харчових підприємствах.

Основні функції цієї системи включають:

**1. Моніторинг викидів CO<sub>2</sub>:** Для цього використовуються датчики на вантажних автомобілях, які вимірюють та реєструють викиди CO<sub>2</sub> під час руху.

**2. GPS-навігація та маршрутизація:** Важливо відстежувати рух автомобілів через GPS та оптимізувати маршрути доставки для зменшення викидів CO<sub>2</sub>.

**3. Моніторинг витрат пального:** Фіксація показників витрат пального кожного автомобіля та надання оператору засобів контролю за ефективністю споживання пального.

**4. Звітність:** Аналіз та створення звітів щодо викидів CO<sub>2</sub>, шляхів їх зменшення та вартості таких заходів.

**5. Дотримання законодавства і стандартів:** Забезпечення відповідності системи законам та стандартам, що регулюють викиди CO<sub>2</sub> та забруднення повітря.

**6. Ефективність парку вантажних автомобілів:** Розробка стандартів для оцінки викидів CO<sub>2</sub> на одиницю товару, відстань або час, та розроблення метрик для моніторингу відповідності цим стандартам.

**7. Використання технологій IoT і датчиків:** Використання наявних сенсорів, датчиків та технології Internet of Things (IoT), дистанційний моніторинг стану автомобілів та виявлення потенційних можливостей для оптимізації роботи двигунів та оптимального споживання пального.

**8. Піар та репутація:** Використання інформації про реалізацію активної компанії щодо зменшення викидів CO<sub>2</sub> для підвищення репутації серед споживачів.

**9. Оновлення та аналіз:** Безперервне актуалізування системи та проведення аналізу з метою виявлення нових перспектив зменшення викидів



CO<sub>2</sub> та підвищення ефективності доставки товарів.

Із урахуванням законодавчих актів і стандартів України, які регулюють проектування інформаційних систем, такі як «Про захист персональних даних», «Про електронний документ і електронний документообіг», «Про кібербезпеку», а також державні та міжнародні стандарти, створення цієї системи має враховувати вимоги забезпечення безпеки даних та ефективного управління інформацією.

Сучасні харчові компанії, які використовують транспортні засоби, повинні адаптуватися до зростаючої складності завдань та вимог сталого розвитку. Мінімізація впливу на навколишнє середовище у всьому ланцюгу постачання стає нагальною необхідністю. Ефективне поєднання логістики, охорони природи та раціонального використання ресурсів стає критично важливим аспектом діяльності таких компаній.

Виробники харчової продукції та логістичні компанії повинні враховувати екологічні аспекти в своїх операціях, оскільки це може позитивно позначитися на їх репутації та призвести до зменшення витрат завдяки оптимізації маршрутів та керування викидами CO<sub>2</sub>.

Створення інформаційної системи моніторингу викидів CO<sub>2</sub> є кроком у напрямку сталого розвитку та позитивного впливу на навколишнє середовище, що є актуальним завданням у сучасному світі. Така система може бути не лише ефективним інструментом зменшення викидів CO<sub>2</sub>, але й сприяти покращенню ефективності логістичних процесів та економічному успіху підприємств.

Загальний підхід до інформаційної системи моніторингу викидів CO<sub>2</sub> на харчових підприємствах має бути інтегрованим і багаторівневим, із урахуванням вимог зменшення впливу на довкілля та оптимізацію логістичних процесів. Ця система допоможе не лише сприяти зменшенню викидів CO<sub>2</sub>, але і приносити значні економічні та репутаційні переваги харчових підприємств.

Враховуючи вищезазначене, створення інформаційної системи для моніторингу викидів CO<sub>2</sub> на харчових та переробних підприємствах в Україні є важливим завданням. Це сприятиме не лише зменшенню негативного впливу на довкілля, але й оптимізації логістичних процесів. Також це допоможе підвищити конкурентоздатність компаній у сучасному світі, де постійно зростає важливість балансу між екологічними, економічними та соціальними аспектами прийняття рішень і управлінням.

### Література

1. Vlasenko L., Lutska N., Zaiets N., Korobiichuk I., Hrybkov S. (2022) 'Core Ontology for Describing Production Equipment According to Intelligent Production' [online], *Applied System Innovation*, 5(5), p. 98. URL: <https://doi.org/10.3390/asi5050098>.

2. Zhang R., Wang Y., Pang Y., Zhang B., Wei Y., Wang M., Zhu R. (2022) 'A Deep Learning Micro-Scale Model to Estimate the CO<sub>2</sub> Emissions from Light-Duty Diesel Trucks Based on Real-World Driving', *Atmosphere*, vol. 13(9), p. 1466.

3. Seo J., Park S. (2023) 'Developing an official program to calculate heavy-duty vehicles CO<sub>2</sub> emissions in Korea', *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 120, July 2023, 103774.

## **Дослідження та розроблення інформаційної системи збирання та опрацювання даних онлайн-магазину zakaz.ua**

**В. В. Охріменко, М. П. Костіков**

*Національний університет харчових технологій*

У ході попереднього дослідження та виконання практичних завдань для компанії ПрАТ «Оболонь» було розроблено спеціальний скрипт для збору даних. Його було реалізовано за допомогою мови програмування Python і бібліотек Beautiful Soup та Requests. У результаті створено програмний засіб для отримання, парсингу даних і подальшого опрацювання інформації з веб-сайту Zakaz.ua.

У продовження цього проєкту, планується подальше вдосконалення наявних інструментів, розширення функціоналу та додавання до системи нових аналітичних можливостей. Це дозволить компанії більш ефективно реагувати на зміни ринку та підтримувати конкурентоздатність.

В умовах швидко мінливого світу актуальність і значення електронного збору та опрацювання даних стає визначальним у багатьох сферах.

Проведений аналіз наявного функціоналу системи виявив низку викликів, які потребують уваги та оновлення. На поточному етапі дослідження розглядаються перспективи розширення функціоналу, включення нових аналітичних можливостей, а також оптимізація процесу збору та опрацювання інформації.

Однією з ключових задач є розроблення механізмів для автоматичного збору та оновлення даних. Це дозволить системі бути більш ефективною та актуальною в умовах постійних змін ринку.

Створення інтерактивних інструментів аналізу для користувачів системи є ще однією ключовою задачею. Вони дозволять кінцевим користувачам зручно та ефективно працювати з отриманою інформацією.

Однак зусилля також спрямовані на врахування проблем безпеки та конфіденційності даних під час розроблення нового функціоналу. На нашу думку, необхідно, щоби система була не лише продуктивною, а й безпечною для користувачів.

Додатковий акцент буде зроблено на створенні інтуїтивно зрозумілого та «дружнього» інтерфейсу, що полегшить користувачам роботу із системою.

Очікувані результати роботи охоплюють вдосконалення швидкості та точності збору даних, впровадження інтерактивних інструментів аналітики для зручного використання даних користувачами, забезпечення стабільності та надійності системи під час збору та опрацювання великого обсягу даних, а також підвищення конкурентоздатності клієнтів, які використовують цю систему для аналізу ринку.

Робота має вирішальне значення для подальшого розвитку системи збору та опрацювання даних zakaz.ua. Результати впровадження нового функціоналу будуть визначальними для ефективності та конкурентоздатності системи.

**Дослідження та розробка інформаційної системи підтримки управління замовленнями та доставки бутильованої води з використанням технології Microsoft MAUI**

**В. В. Павленко, С. В. Грибков**

*Національний університет харчових технологій*

Інформаційна система управління замовленнями та доставки товарів - це комплексне програмне забезпечення, яке дозволяє підприємствам ефективно відстежувати та керувати процесами замовлень та доставки товарів. Ця система об'єднує в собі різноманітні функції, які допомагають автоматизувати та оптимізувати всі етапи процесу, що дозволяє забезпечити швидку та ефективну доставку товарів клієнтам.

Загальний підхід до інформаційної системи підтримки управління замовленнями та доставки товарів полягає у використанні комп'ютерних систем, програмного забезпечення та цифрових інструментів для автоматизації процесів збирання замовлень, управління запасами, планування маршрутів доставки та відстеження стану замовлень для підвищення ефективності та точності логістичних операцій. Це включає створення централізованої системи управління, яка сприяє зменшенню помилок, оптимізації часу та витрат, а також покращенню взаємодії з клієнтами для досягнення більш ефективного та задовільного досвіду.

Інформаційна система підтримки управління замовленнями та доставки товарів може допомогти шляхом автоматизації та оптимізації процесів, що включають управління запасами, відстеження замовлень, планування маршрутів доставки та сприяння ефективнішому комунікації з клієнтами. Вона дозволяє забезпечити більш точну та швидку обробку замовлень, зниження витрат та поліпшення загальної ефективності процесів управління замовленнями та доставкою.

.NET Multi-Platform App UI (.NET MAUI) — крос-платформена платформа для створення власних мобільних і класичних програм за допомогою C# і XAML. За допомогою .NET MAUI можна розробляти програми, які можуть працювати на Android, iOS, macOS і Windows з однієї загальної бази коду.

### **Література**

1. Антоненко В. М., Рогушина Ю. В. (2005) *Сучасні інформаційні системи і технології*: навч. посіб. К.: КСУ МГІ, 131 с.

2. Батюк А. С., Дзуліт З. П., Обельовська К. М., Огородник І. М., Фабрі Л. П. (2004) *Інформаційні системи в менеджменті*: навч. посіб. Львів: Нац. ун-т «Львівська політехніка» (Інформаційно-видавничий центр «Інтелект+» Інституту післядипломної освіти), «ІнтелектЗахід», 520 с.

3. Microsoft Corporation (2023) *.NET Multi-platform App UI (.NET MAUI) Community Toolkit documentation* [online]. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/communitytoolkit/maui>.

## Проектування електронного засобу навчання іспанської мови на основі української

**В. М. Піцан, Я. М. Грановська, М. П. Костіков**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Нині розроблено безліч різних програмних засобів, мобільних додатків і сайтів для вивчення іноземних мов. Однак для багатьох мов вибір таких засобів є досі дещо обмеженим.

Перш за все, кількість програмних продуктів для будь-якої мови, крім англійської, є набагато меншою. Також при вивченні інших мов зазвичай є певна мова-посередник, і нею найчастіше виступає англійська. Це може спричиняти деякі труднощі для тих, хто не володіє нею на належному рівні.

Крім того, більшість засобів зосереджується переважно на лексиці, хоча при вивченні багатьох мов, особливо флективних, опанування граматики є також важливим і часом досить складним [1]. Такою мовою є й іспанська.

Враховуючи вищевикладене, було вирішено спроектувати й розробити електронний засіб навчання іспанської мови на основі української, який би містив модулі з вивчення як лексики, так і граматики. При успішній реалізації такий засіб зможе допомогти студент(к)ам із України опанувати іспанську мову простіше та швидше, ніж із використанням наявних досі програмних продуктів.

На початковому етапі дослідження має бути проведено докладний аналіз переваг і недоліків існуючих електронних засобів навчання іспанської мови. Знайдені в них функції, особливості побудови курсу та реалізації окремих елементів інтерфейсу можуть стати корисним досвідом при створенні нової розробки. Далі має бути спроектовано базу даних, побудовано логіку та оформлено графічний інтерфейс користувача у вигляді комп'ютерного додатку, мобільного додатку чи веб-сайту.

В системі планується виділити два окремі модулі — для вивчення лексики та для вивчення граматики. Тим не менше, ці модулі можуть бути пов'язані між собою спільною базою даних. Завдяки цьому при поданні вправ на морфологію для вивчення та відпрацювання правил можна буде брати саме ті слова, які студент(к)и вивчають у лексичному модулі [1].

Серед функцій додатку планується реалізувати подання теоретичного матеріалу, вправи на його відпрацювання, а також перевірку та оцінювання знань через тестові завдання.

Аби створюваний додаток можна було використовувати в освітньому процесі університету чи іншого навчального закладу, варто взяти за основу при формуванні структури та наповнення курсу саме ті матеріали, які вже зараз викладаються в межах відповідних навчальних програм.

### **Література**

1. Костіков М. П. (2016) *Інформаційна технологія підтримки процесу навчання граматики іноземної мови у ВНЗ*: дис. канд. техн. наук, 05.13.06, К.: НУХТ, 160 с.

## Розроблення моделі керування подіями безпеки комп'ютерних систем

**Є. І. Самборський**

*Національний авіаційний університет*

У сучасних умовах постійного зростання кількості нових загроз безпеці комп'ютерним системам (КС) недостатня ефективність існуючих класичних моделей і методів управління подіями безпеки для захисту інформації в цих структурах стає очевидною.

Це пов'язано з тим, що інформаційна інфраструктура КС є складною і багаторівневою, що значно знижує її «прозорість» і суттєво ускладнює організацію управління. Як наслідок, існують приховані деструктивні апаратні і програмні недоліки захисту КС [1].

Відомі сучасні підходи щодо забезпечення надійності, безпеки та функціональної стійкості КС не завжди спроможні у повному обсязі компенсувати можливі критичні наслідки для цієї інформаційної інфраструктури у разі виникнення нових загроз безпеці, пов'язаних із вразливістю нульового дня.

Очевидно, що поява таких вразливостей є наразі нагальною передумовою щодо реалізації ефективної протидії цим інцидентам. Враховуючи це, розроблена модель управління подіями безпеки КС, побудова якої ґрунтується на методі динамічної обробки та захисту інформації у самоорганізуючих системах із використанням синергетичного спостерігача.

Принципова відмінність запропонованого підходу від існуючих полягає в тому, що модель КС інтерпретується як самоорганізаційна інформаційна структура. При цьому КС розглядаємо як кібернетичну (керовану) систему, яка в процесі функціонування «гнучко» адаптується до зміни зовнішніх і внутрішніх умов, перелаштовуючи свою інформаційну структуру для збереження бажаної якості.

Суть адаптації КС полягає в накопиченні «протиінцидентної пам'яті» до тих подій, які вже зустрічалися, аналізі і оцінці нових подій безпеки, а також формуванні адекватної «протиінцидентної відповіді» та оперативного самовідновлення режиму функціонування в реальному часі.

Це дозволяє ефективно протидіяти як відомим, так і раніше не відомим (тобто новим) інцидентам, а також компенсувати їхні можливі деструктивні наслідки.

Як свідчать результати досліджень, запропонований підхід дозволяє забезпечити інформаційну безпеку за рахунок принципово нового способу управління процесами оцінки та обробки подій безпеки КС.

### Література

1. Потій О. В., Горбенко Ю. І., Замула О. А., Ісірова К. В. (2021) 'Аналіз методів оцінки і управління ризиками кібер- і інформаційної безпеки', *Радіотехніка*, вип. 206, с. 5–24. DOI:10.30837/rt.2021.3.206.01.

## Засоби генерації таргетизованого веб-контенту

**І. А. Терейковський, К. О. Радченко, Р. В. Козій**

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

У сучасному цифровому світі, виникає питання не просто про наявність веб-контенту, але і про його персоналізацію та відповідність унікальним потребам кожного користувача. Одним із ключових завдань у цьому контексті є створення засобу, який здатний генерувати таргетизований веб-контент.

Ця тема дослідження має на меті розкрити можливості та виклики в розробці такого інструменту, який враховує індивідуальні потреби та інтереси користувачів у кожній групі з відсутністю будь-яких технічних навичок користувача. Використовуючи передові технології машинного навчання, алгоритми адаптації та аналізу поведінки користувачів, ми ставимо перед собою завдання створити систему, яка надає унікальний та значущий контент для кожного індивіда.

Розробляються різні базові шаблони, які слугують основою для створення веб-сайтів. Ці шаблони можуть включати стилізовані розділи для блогів, галерей. Додаткові елементи (блоки) можуть бути легко додані до шаблонів для розширення функціоналу. Це можуть бути блоки для вставки зображень, текстових блоків, відео, соціальних мереж, форм зворотного зв'язку тощо.

Користувачі мають можливість прикріпити свій власний домен до створеного веб-сайту, що надає їм повний контроль над ім'ям та репутацією свого сайту в мережі. Кожен створений веб-сайт автоматично асоціюється з власним кластером, який генерується на основі вмісту та інтеракцій користувачів. Генерація кластерів враховує відмінності в тематиці, змісті та взаємодії користувачів з кожним конкретним веб-сайтом [1].

Цей підхід надає можливість користувачам не лише створювати власні веб-сайти, але й автоматично отримувати персоналізований контент у межах їхнього власного кластеру. Такий інтерактивний підхід підсилює враження від використання платформи та надає учасникам унікальний веб-досвід.

У розробленій платформі надаються розширені можливості користувачам для створення веб-сайтів з динамічними таблицями. Інтерактивний білдер, який не тільки полегшує процес створення веб-сайтів, але й дозволяє користувачам налаштовувати та динамічно оновлювати свої таблиці [2].

Користувачі можуть створювати таблиці, визначаючи їхню структуру, типи даних та взаємозв'язки між ними. Можливість легко додавати, редагувати та видаляти дані безпосередньо у таблицях через інтуїтивний інтерфейс. Крім цього надається фільтрація і користувачі можуть встановлювати власні параметри фільтрації та сортування для кожного стовпця таблиці, регулюючи відображення конкретних даних.

Графічний інтерфейс легкий і просто вибирати та розташовувати елементи, змінювати стиль, кольори та шрифти для створення унікального

вигляду на веб-сайті без технічних знань написання коду. Цей рівень персоналізації та динамічності дозволяє користувачам не лише створювати свої веб-сайти, але й впроваджувати унікальні функції фільтрації та сортування в їхніх динамічних таблицях.

Актуальність цієї теми відіграє дуже велику роль і розвивається з дуже великим темпами. Ця тема відкриває широкі перспективи для оптимізації взаємодії користувачів з інформацією в онлайн-середовищі та пристосування веб-сайтів до індивідуальних потреб користувачів [3].

З поглибленням діджиталізації суспільства і зростанням об'ємів інформації, що надходить до кожного користувача, стає важливим забезпечити персоналізований контент. Проте, створення та управління таким персоналізованим контентом може стати не простою задачею, особливо для тих, хто не має глибоких технічних знань чи великого бюджету. Тут виникає потреба у засобах, які дозволяють автоматизувати процес генерації та підтримувати гнучкість у налаштуванні [2].

У дослідженні наведено реалізацію інноваційної платформи для створення веб-сайтів із динамічними таблицями, яка надає користувачам унікальні можливості налаштування та персоналізації контенту. Крім цього, це простий у використанні білдер, який дозволяє користувачам швидко та ефективно створювати власні веб-сайти з динамічними таблицями, не потребуючи серйозних технічних навичок.

Платформа забезпечує безпеку та контроль за змінами, щоб користувачі могли експериментувати з дизайном та контентом без необхідності відразу публікувати їх для інших. Кластеризація користувачів дозволяє групувати їх за інтересами та забезпечує персоналізований контент для кожного кластера.

Ця платформа відкриває нові можливості для індивідуалізації та творчості веб-сайтів, надаючи користувачам владу над вмістом та виглядом їхніх онлайн просторів. У результатах цього дослідження ми спостерігаємо новий етап в еволюції веб-розробки, де персоналізація та динамічність стають ключовими факторами для вдалих інтернет-проектів.

Таким чином, розгляд даної теми в контексті потреб суспільства відкриває можливості для розробки інноваційних інструментів, що можуть суттєво полегшити взаємодію користувачів з веб-середовищем.

### Література

1. Smith J. (2019) 'Building Personalized Websites: A Dynamic Approach', *Journal of Web Development*, 45(2), pp. 123–140.
2. Johnson A., Brown M. (2023) 'User-Driven Content Customization in Website Development', *Proceedings of the International Conference on Interactive Design and User Experience*, pp. 55–67.
3. Yao J., Lu P., Gong L., Zhu Z. (2015) 'On fast and coordinated data backup in geo-distributed optical inter-datacenter networks', *IEEE Journal of Lightwave Technology*, 33(14), pp. 3005–3015.
4. Romankevich A., Feseniuk A., Maidaniuk I., Romankevich V. (2019) 'Fault-Tolerant Multiprocessor Systems Reliability Estimation Using Statistical Experiments with GL-Models', *Adv. Intell. Syst. Comput.*, vol. 754, pp. 186–193.

## Принципи моделювання динамічного освітлення в реальному часі

І. А. Терейковський, К. О. Радченко, Я. Ю. Панфілов

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Системи динамічного освітлення є технологічною основою, формуючи те, як ми сприймаємо цифрову сферу та взаємодіємо з нею. Вони додають емоцій у відеоігри, створюючи захоплюючий ігровий процес; дають архітекторам можливість уявляти та представляти проекти в реалістичних сценаріях освітлення; спрощують виробництво фільмів та анімації. Сучасні обчислювальні системи стають все потужнішими, що дозволяє реалізувати більш складні алгоритми моделювання освітлення в реальному часі.

Для покращення алгоритмів освітлення пропонується використати таблицю шейдерів, котра містить набір записів шейдерів, які складаються з ідентифікатора шейдера та додаткового набору атрибутів. При використанні алгоритму трасування променів не відомо, на який об'єкт потрапить промінь, і тому вся сцена повинна бути доступна в пам'яті разом із функцією для виклику кожного об'єкта, який може обробити перетину з ним. Трасувальнику променів потрібен доступ до всіх шейдерів, які можуть бути викликані для сцени, і спосіб пов'язати їх з об'єктами в сцені. На рис. 1 можна побачити схему виконання алгоритму трасування променів. Шейдери в таблиці виконуються залежно від того, чи потрапив промінь на геометрію, і яку геометрію використовують.

Таблиця прив'язки шейдерів містить повний набір шейдерів, які можна викликати під час трасування променів сцени, разом із вбудованими параметрами, які передаються цим шейдерам. Кожна пара функцій шейдера та вбудованих параметрів називається записом шейдера.

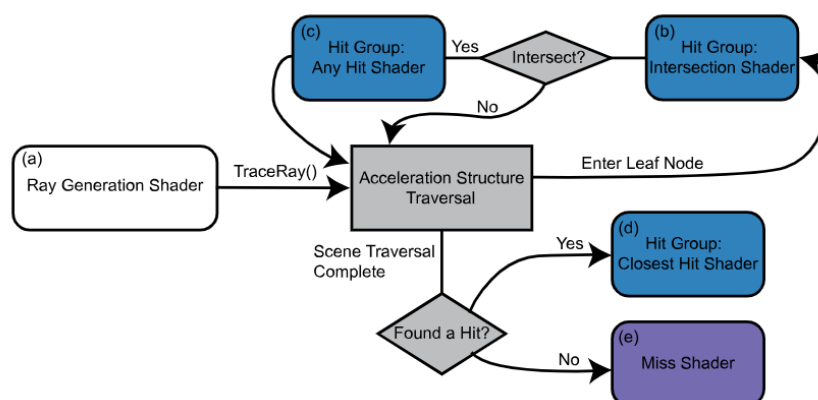


Рис. 1. Схема алгоритму трасування променів

Оскільки геометрії зазвичай використовують один і той же код шейдера, але отримують доступ до різних даних, параметри, вбудовані в запис, можна використовувати для передачі таких даних шейдерам. Таким чином, у таблиці має бути принаймні один запис шейдера для кожної унікальної комбінації функцій шейдера та вбудованих параметрів. Є можливість записати той самий



запис шейдера кілька разів у таблицю, і це може знадобитися залежно від того, як налаштовано екземпляри та геометрію сцени. Крім того, можна використовувати ідентифікатори екземплярів і геометрії, доступні в шейдерах, для здійснення непрямого доступу до інших таблиць, що містять дані сцени.

На рис. 2 зображено схему підходу з фіксованою геометрією на сітку. У рендерингу в реальному часі або розробці ігор екземпляри сіток часто повторюються по всій сцені. Для ефективності сітки з незмінною геометрією можна повторювати багато разів, і кожен екземпляр посилається на ті самі геометричні дані.

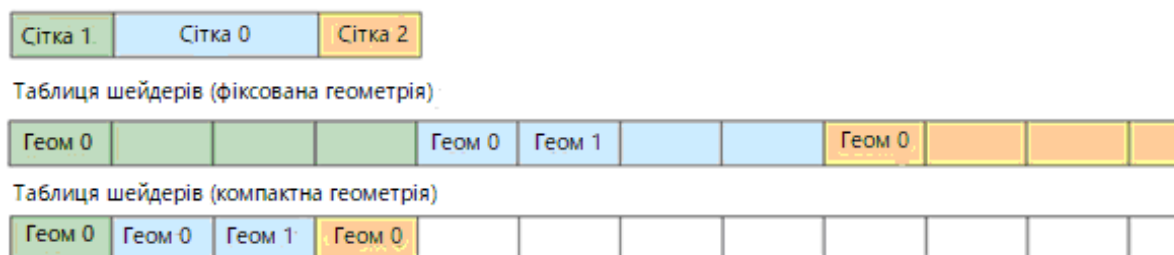


Рис. 2. Схема підходу з фіксованою геометрією на сітку

При використанні методу фіксованої геометрії, геометрія (форма та структура об'єкта) залишається незмінною для кожного екземпляра. Властивості, які відрізняються від одного екземпляра до іншого, як-от положення, обертання чи масштаб, зберігаються окремо. Цей підхід оптимізує використання пам'яті та обчислювальну потужність шляхом повторного використання тих самих геометричних даних у кількох екземплярах.

Під час аналізу методів динамічного освітлення, ми докладно розглянули системи моделювання освітлення в реальному часі, розкриваючи їх вирішальну роль у перетворенні цифрових середовищ. Шляхом дослідження їх технологічних основ і практичних застосувань ми розглянули різні технології формування освітлення. Складні алгоритми та техніки рендерингу, що досліджувалися, є основними елементами для створення імпресивних, реактивних та візуально захоплюючих ефектів.

Загалом застосування таблиці шейдерів забезпечує адаптивність, динамічні коригування та вдосконалення в конвеєрі візуалізації. Стратегічне структурування таблиць шейдерів оптимізує обробку взаємодії променів і об'єктів, тоді як ітераційні оновлення динамічно вдосконалюють робочий процес візуалізації

### Література

1. Möller T., Haines E., Hoffman N., Pesce A., Iwanicki M., Hillaire S. (2018) *Real-time rendering*. Taylor & Francis Group LLC.
2. Luna F. D. (2016) *Introduction to 3D Game Programming with DirectX 12*. Mercury Learning and Information LLC.
3. Makarov E. (2023) 'Practical Tips for Optimizing Ray Tracing' [online], *nVidia Developer*. URL: <https://developer.nvidia.com/blog/practical-tips-for-optimizing-ray-tracing/>.

## Проектування чат-бота для вивчення морфології української мови

**К. М. Шимків, М. П. Костіков**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

У сучасному світі корпоративне навчання постійно еволюціонує, а однією з ключових інновацій у цьому контексті є використання чат-ботів. Нині їх використовують для цілого ряду різноманітних завдань [1]. Чат-боти можуть бути дуже корисними та зручними для створення й використання зокрема і в навчальному процесі [2].

Що стосується процесу навчання української мови загалом, наявні для неї електронні засоби переважно мають подібні недоліки, що й засоби навчання багатьох інших флективних мов. Більшість із них зосереджується на вивченні лексики, натомість граматиці приділяється менше уваги, хоча це один із українських важливих аспектів при вивченні мов із розвиненою словозміною [3].

Крім того, вивчення морфології української мови розширює розуміння культурного контексту, адже мова є не лише комунікаційним інструментом, але і важливою складовою культурної спадщини. Засвоєння морфологічних правил допомагає глибше зануритися у світ української культури.

Проектування навчальної системи для вивчення українських займенників у вигляді комп'ютерної програми описано в роботі [4]. Метою нинішнього дослідження є створення засобу для вивчення морфології української мови у формі чат-бота.

Проектований засіб має виступати як тренер, аби скеровувати учнів або студентів під час навчання, перевіряти й виправляти помилки. Це зумовлено тим, що при набутті та вдосконаленні мовних навичок особливо важливими є систематичність та інтерактивність. Зокрема чат-бот може ставити низку запитань і підбадьорювати учнів, а також спонукати їх застосовувати знання чи матеріал, який вони повинні вивчати.

Перший етап проекту — створення зручного середовища для навчання. Як основну мову програмування для розроблення засобу обрано Python. Також у проєкті буде використано реляційну базу даних і мову SQL для опрацювання користувальницької інформації, прогресу навчання та інших необхідних у процесі навчання даних.

Робота в системі для кожного користувача буде починатися з реєстрації та авторизації, забезпечуючи збереження прогресу, а також реалізацію індивідуального підходу при навчанні. Головне меню чат-бота дозволяє легко переходити між розділами, щоби забезпечити користувачеві максимальний комфорт.

Однією з ключових функцій є розділ навчання, де користувач буде отримувати короткі теоретичні матеріали з морфології української мови. Використовуючи такі бібліотеки, як Polyglot і NLTK [5], чат-бот зможе забезпечити точний і доступний для розуміння вміст. Крім того, інтерактивний відгук і питання дозволять студентам активно взаємодіяти з матеріалом,

отримуючи необхідну підтримку.

Основна частина чат-бота — вправи та завдання. Тут планується використати такі бібліотеки, як PyMorphy2 [6] для опрацювання тексту та морфологічного аналізу. Користувачі матимуть змогу заповнювати пропуски в реченнях, розпізнавати правильні та неправильні форми слів, що буде сприяти закріпленню отриманих знань.

Відстеження прогресу навчання та візуалізація статистики роблять навчання більш наочним і мотивуючим для користувачів, а тому також мають бути реалізовані в проєктованій системі. Застосування системи балів і досягнень підкреслює індивідуальний успіх і створює здорове змагання між студентами. Такий підхід максимізує ефективність навчання.

Крім того, важливу роль у простоті та зручності роботи з чат-ботом відіграє і дизайн. Це зокрема зрозумілі зображення, кнопки, іконки, головне меню, прозора навігація тощо. Тож при розробленні системи слід узяти до уваги загальні вимоги щодо проєктування інтерфейсу користувача, які можуть бути дотримані при розробленні чат-бота.

У підсумку створювана система повинна стати корисним допоміжним засобом у процесі навчання словозміни української мови, який буде зручним у користуванні та цікавим за змістом. Використання такої розробки в навчальних закладах може полегшити навчання та сприяти ефективному засвоєнню мовної структури.

Предметом подальшого дослідження є реалізація та тестування окремих елементів проєктованої системи.

### Література

1. Слободіна А. А., Костіков М. П. (2022) 'Створення Telegram-бота із системою розпізнавання емоцій за виразом обличчя', *Матер. ІХ Міжнар. наук.-техн. Internet-конф. «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, 25 листоп. 2022 р., К.: НУХТ, с. 168–169.

2. Васильченко І. Б., Костіков М. П. (2023) 'Переваги використання месенджера Telegram для створення системи онлайн-навчання', *Матер. 89 міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті»*, 3–7 квітня 2023 р., К.: НУХТ, ч. 2, с. 307.

3. Костіков М. П. (2016) *Інформаційна технологія підтримки процесу навчання граматики іноземної мови у ВНЗ: дис. канд. техн. наук, 05.13.06*, К.: НУХТ, 160 с.

4. Бабич В. О., Костіков М. П. (2022) 'Проєктування навчальної системи для вивчення українських займенників', *Матер. ІХ Міжнар. наук.-техн. Internet-конф. «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, 25 листоп. 2022 р., К.: НУХТ, с. 121–122.

5. Bird S., Klein E., Loper E. (2023) *Natural Language Processing with Python* [online]. URL: <https://www.nltk.org/book>.

6. *PyMorphy2* [online]. URL: <https://pymorphy2.readthedocs.io/en/stable>.

**Огляд підходів для ефективного розроблення та впровадження  
інформаційної технології планування за концепцією «точно в строк»  
для харчових виробництв**

**Д. В. Шпаченко, О. Л. Сєдих**  
*Національний університет харчових технологій*

У дослідженні проведено огляд підходів для ефективного розроблення та впровадження інформаційної технології планування за концепцією «точно в строк» для харчових виробництв.

Актуальність цієї проблеми зумовлена тим, що сучасна харчова промисловість переживає період інтенсивного розвитку та конкуренції на міжнародному ринку, а ефективне планування виробництва та постачання готової продукції набуває ключового значення для забезпечення конкурентоздатності підприємств у галузі харчового виробництва.

У ході аналізу було досліджено наступні підходи.

**1.** Використання інтегрованих систем управління плануванням ресурсів підприємства (ERP) дозволяє автоматизувати багато рутинних процесів, управляти замовленнями, контролювати запаси, координувати виробництво та постачання, що забезпечує ефективніше планування та керування виробничими процесами.

**2.** Впровадження систем планування потреб в матеріалах (MRP) дозволяє точно прогнозувати потреби в ресурсах, забезпечувати належне управління запасами та оптимізувати виробничий процес з урахуванням часових рамок.

**3.** Системи планування виробництва (APS) допомагають визначити оптимальний графік виробництва та постачання продукції, враховуючи різноманітні фактори, такі як обсяг замовлень, терміни виконання, ресурси та обмеження виробництва.

**4.** Планування та підготовка для операцій (S&OP) дозволяє забезпечити виробництво продукції відповідно до попиту на ринку, уникнути перевиробництва або дефіциту, а також мінімізувати витрати на складське утримання.

**5.** Управління ланцюгом постачання (SCM) допомагає покращити координацію та співпрацю з постачальниками, оптимізувати логістику та забезпечити своєчасну поставку сировини для виробництва.

**6.** Використання систем управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM) дозволяє ефективно управляти взаємодією зі замовниками, аналізувати їхні потреби та попит, що дозволяє планувати виробництво відповідно до ринкових вимог.

Впровадження сучасних методів планування, дозволяє забезпечити ефективне управління виробництвом, точне прогнозування попиту, своєчасне задоволення потреб споживачів, забезпечення високо якісної продукції, ефективне використання ресурсів та забезпечення конкурентоздатності на ринку.

## Моніторинг хімічного забруднення водойм і його прогнозування засобами IoT

**В. С. Щербак, С. В. Палій**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Проблема хімічного забруднення водойм є актуальною та серйозною у багатьох частинах світу, включаючи розвинуті країни і країни з низьким рівнем розвитку. Ця проблема виникає внаслідок неправильного використання хімічних речовин у промисловості, сільському господарстві, а також через відходи побутового походження. Основні джерела хімічного забруднення водойм включають сільське господарство, заводи та підприємства, які використовують шкідливі речовини у виробництві, а також неконтрольовані сміттєзвалища.

**1. Сільське господарство** є одним з основних джерел хімічного забруднення водойм. Використання пестицидів, гербіцидів та мінеральних добрив при вирощуванні сільськогосподарських культур призводить до виносу та змивання цих хімікатів до водойм. Це може призвести до отруєння водних організмів, порушення екосистем та погіршення якості питної води.

**2. Промислові викиди.** Заводи та підприємства викидають в атмосферу та водойми різноманітні хімічні речовини, які можуть бути токсичними для водяних організмів та людини. Неконтрольоване викидання відходів може призвести до накопичення шкідливих речовин у водоймах та негативно впливати на здоров'я людей, які використовують ці води.

**3. Побутові відходи.** Неправильне управління побутовими відходами, зокрема невірне вилучення та утилізація хімічних речовин, може призвести до їх потрапляння у водойми. Пластикові відходи та витікання шкідливих речовин з побутових продуктів можуть стати джерелом забруднення водойм та завдати шкоди водяному середовищу.

Наслідки для екосистем. Хімічне забруднення водойм може мати серйозні наслідки для водних екосистем. Зниження кількості та різноманітності водних організмів, мутації та отруєння можуть викликати порушення в природних ланцюгах та впливати на рівновагу водних екосистем.

Отже, проблема хімічного забруднення водойм вимагає уваги та дієвих заходів для зменшення викидів та покращення якості води водойм для забезпечення екологічної стійкості та здоров'я людей.

Щоб мати здібність оперативно та ефективно контролювати стан забруднення водойм, потрібна система моніторингу, яка дозволить не тільки виявляти факт та рівень забруднення, а ще й виявляти джерела забруднення, для ефективного припинення або зменшення впливу джерел забруднення на водойми, використання датчиків та сучасних технологій аналізу дозволить забезпечити оперативне виявлення забруднень та оцінку їх впливу. Також потрібна система прогнозування окремих характеристик водойм для відстеження глибочини впливу зовнішніх показників на їх стан, та планування заходів корекції рівня забруднення водойм.

Для розв'язання поставленої задачі пропонується розробити IoT-систему з архітектурою, зображеною на рис. 1.

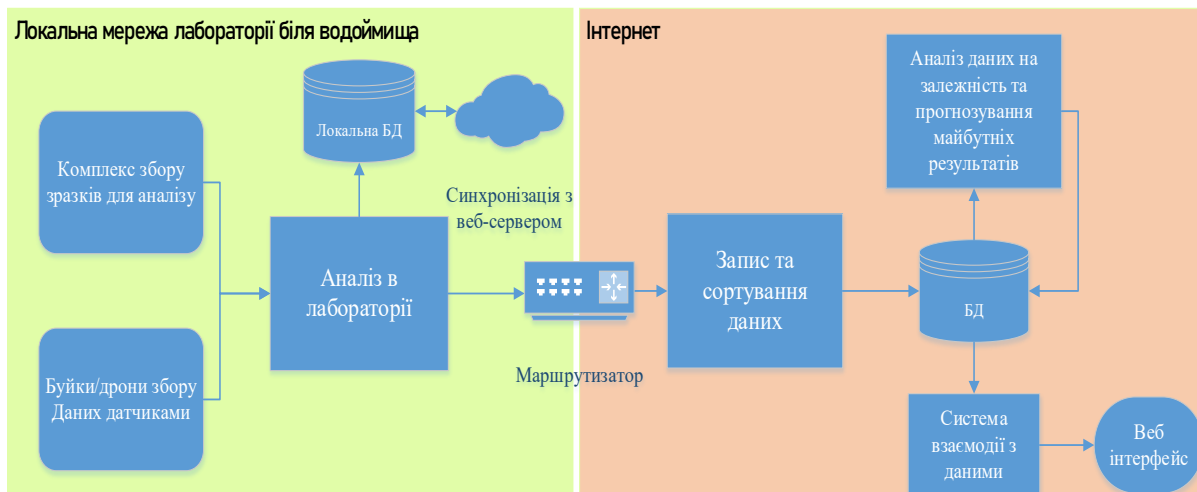


Рис. 1. Архітектура IoT-екосистеми

Результати аналізу зберігаються на локальному сервері, для можливості роботи під час відсутності Інтернету, а також для резервного копіювання. Також локальний сервер періодично синхронізується з хмарним.

Самі дані відправляються на хмарний комплекс, де вони зберігаються. Доступ до даних відбувається через користувацький інтерфейс, де можна переглядати їх, або оперувати різними способами. Враховуючи запропоновану архітектуру, була побудована блок-схема алгоритму роботи системи.

Така система буде гарним інструментом для дослідження впливу забруднення на екологію, вона дозволить відстежувати рівні та типи забруднень по зонам досліджень, та прогнозувати рівень впливу забруднення на водойми. Пропонується продовжити дослідження в даному напрямку для поліпшення можливостей щодо відновлення екології водойм.

### Література

1. Третьяков О. В., Безсонний В. Л., Пономаренко Р. В., Бородич П. Ю. (2019) 'Підвищення ефективності прогнозування впливу техногенного забруднення на поверхневі водойми', *Проблеми надзвичайних ситуацій*, № 1(29), с. 61–78.
2. Загородня Т. С., Дембіцька С. В. (2015) 'Вплив забруднення водойм фосфатами на здоров'я людини', V Всеукр. наук.-практ. конф.
3. Білоус Л. А., Богачова А. М., Коршунова О. Д., Павлюченко О. В., Шубрат Ю. В. (2008) 'Вплив антропогенного забруднення довкілля на прісноводну малакофауну України'.
4. Данильченко О. С. (2018) 'Вплив забруднених річкових вод на здоров'я людини (на прикладі Сумської області)', *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. № 1(48), с. 37–45.
5. Критська Я. О., Скарга-Бандурова І. С., Топчій А. О. (2018) 'Методи і моделі збору та обробки даних в системах моніторингу водних об'єктів заснованих на ІОТ', *Вісн. Сх.-укр. Нац. ун-ту ім. В. Даля*, № 6(247).

**Дослідження та розроблення інформаційної системи  
підтримки та інформування про настання  
надзвичайних ситуацій техногенного походження**

**Ю. С. Ющик, О. В. Харкянен**

*Національний університет харчових технологій*

Надзвичайні ситуації техногенного характеру, такі як аварії на промислових підприємствах, транспортні катастрофи, техногенні забруднення тощо стають все більш поширеними явищами, які мають негативні наслідки для людей, навколишнього середовища та економіки. Ефективна реакція на такі ситуації вимагає своєчасного, точного збору та аналізу інформації, а також розробки та впровадження відповідних стратегій та заходів. Інформаційні системи можуть відігравати ключову роль у цьому процесі.

Варто зауважити, що інформаційні технології є стратегічно важливою галуззю, що впливає на всі сторони життєдіяльності будь-якого сучасного суспільства [1]. Розвиток цифрового суспільства створює нові можливості для реагування на надзвичайні ситуації техногенного походження та їх попередження.

У роботі проведено аналіз інформації про надзвичайні ситуації техногенного характеру, що є актуальною темою в сучасному світі. Згідно з його результатами, визначена необхідність розробки інформаційної системи підтримки в управлінні надзвичайними ситуаціями техногенного походження.

Розглянуті теоретичні аспекти управління надзвичайними ситуаціями, такі як класифікація рівнів надзвичайних ситуацій та класифікація ситуацій техногенного характеру, надають необхідну базу для розробки такої системи. Зокрема, досліджено інформацію про надзвичайні ситуації техногенного характеру, а також проаналізовано методи їх усунення.

Завдяки проведеному аналізу накопичено інформацію для розроблення інформаційної системи підтримки та інформування про надзвичайні ситуації техногенного походження з використанням сучасних інформаційних технологій. У подальшому буде проведено наукове дослідження щодо сучасних систем інформаційної підтримки в управлінні надзвичайними ситуаціями у світі, виділено моменти, які можна покращити, та буде розроблено власну систему на основі проведеного дослідження.

### **Література**

1. Тютюник В. В., Яценко О. А., Рубан І. В. та ін. (2022) 'Особливості функціонування системи ситуаційних центрів на різних стадіях розвитку надзвичайних ситуацій', *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*, № 1(43), с. 41–52.

2. Бондар О. І., Машков О. А., Присяжний В. І., Оводенко Т. С., Печений В. Л. (2023), 'Парадигма обробки інформації в інтелектуальній інформаційній системі для підтримки прийняття рішень в галузі екологічної безпеки', *Екологічні науки*, К.: ДЕА, вип. 4(49), с. 144–152.

**Наукове видання**

**X МІЖНАРОДНА НАУКОВО-  
ТЕХНІЧНА ІNTERNET-КОНФЕРЕНЦІЯ**

***СУЧАСНІ МЕТОДИ, ІНФОРМАЦІЙНЕ,  
ПРОГРАМНЕ ТА ТЕХНІЧНЕ  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ  
ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИМИ ТА  
ТЕХНОЛОГІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ***

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ**

24 листопада 2023

Відповідальний за випуск **Я. В. Смітюх**

НУХТ 01601 Київ -33, вул. Володимирська, 68  
Свідоцтво про реєстрацію серія ДК №1786 від 18.05.2004 р.