

МАТЕРІАЛИ ХХVII  
МІЖНАРОДНОГО  
МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ

---

МІНІСТЕРСТВО  
ОСВІТИ І НАУКИ  
УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

РАДІОЕЛЕКТРОНІКА  
ТА МОЛОДЬ У ХХІ  
СТОЛІТТІ



2023

ТОМ 2

ХАРКІВ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

МАТЕРІАЛИ  
27-го МІЖНАРОДНОГО МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ  
«РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА МОЛОДЬ У ХХІ СТОЛІТТІ»  
10 – 12 травня 2023р.

Том 2

КОНФЕРЕНЦІЯ  
«АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ  
ТА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ПРИЛАДОБУДУВАННЯ»

Харків 2023

УДК [681.5:004]:[621.37/39:681.2](06)

27-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у ХХІ столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 2. – Харків: ХНУРЕ. 2023. – 166 с.

В збірник включені матеріали 27-го Міжнародного молодіжного форуму  
«Радіоелектроніка та молодь у ХХІ столітті».

Видання підготовлено  
факультетом автоматичних і комп'ютеризованих технологій  
Харківського національного університету радіоелектроніки

61166 Україна, Харків, просп. Науки, 14 тел./факс: (057) 7021397  
E-mail: [mref21@nure.ua](mailto:mref21@nure.ua)

© Харківський національний університет  
радіоелектроніки (ХНУРЕ), 2023

## ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Филипенко О. І. доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики та комп'ютеризованих технологій (АКТ)
- Невлюдов І.Ш. доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки (КІТАМ)
- Giergiel M. Ph.D., D.Sc.Eng., AGH University of Science and Technology, Krakow, Poland.
- Павлиш В.А. кандидат технічних наук, професор кафедри електронних засобів інформаційно-комп'ютерних технологій.
- Мосьпан В.О. кандидат технічних наук, професор, декан факультету електроніки і комп'ютерної інженерії (ФЕКІ)
- Єфіменко А.А. доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електронні засоби і інформаційно-комп'ютерні технології (ЕЗіІКТ)
- Хорошайло Ю.Є кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри проектування та експлуатації електронних апаратів (ПЕЕА).
- Євсєєв В.В. доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки (КІТАМ)
- Ключник І.І. кандидат технічних наук, професор, професор кафедри проектування та експлуатації електронних апаратів (ПЕЕА)

**УДК 681.518.5**

**КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ПРИЛАДОБУДУВАННЯ**

**INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS:  
ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ**

Кащєєв В.А.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Невлюдов І.Ш.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КІТАМ,  
м. Харків, Україна

тел. +38(098) 828-97-55, e-mail: vladyslav.kashcheiev@nure.ua

The article analyzes the relevance of the issue of the benefits of the Internet of things in our time, what they are dangerous and what benefits they can bring to us. What are the features in use, what can be new and what can be improved.

Інтернет речей (IoT) – це якісно нова технологія, яка базується на повсюдному підключення до Інтернету, перетворюючи звичайні об'єкти на підключені пристрої. Парадигма IoT змінює принципи взаємодії людини з оточуючими предметами. Це створює велику кількість взаємно пов'язаних інфраструктур, які повинні мати кращу гнучкість і ефективність. Такі переваги привабливі не тільки для споживчих застосувань, але й для промислової сфери [1].

Розвиток IoT – це, насамперед, розвиток інтернету. Все починалось з розвитку Web 1.0, коли люди мали можливість створювати веб-сайти та читати контент в інтернеті. З появою Web 2.0 інтернет доповнився веб-сторінками. Наступним рівнем розвитку інтернету став Web 3.0 і цей перехід пов'язують, насамперед, із початком поширення машинної обробки даних та появою, на основі одержуваних результатів, якісно нового контенту. Нещодавно почався новий етап – IoT. Його двигуном став прорив в області нанотехнологій та телекомунікацій й створення нових систем ефективного енергоживлення. Автоматизація різних пристроїв, що використовуються людиною, їх підключення до мережі, стає невід'ємною властивістю будь-яких предметів. Ознакою нового етапу стала поява нових понять: «розумний будинок», «розумний транспорт», «розумні підприємства», «розумна держава».

Технології IoT тісно пов'язані з розвитком наступних напрямів IT: відкритий код, великі дані, кібербезпека та програмно-визначені мережі. Кожен із цих напрямків має свій вплив на розвиток IoT, де незабаром з'являтимуться нові продукти та можливості їх використання. Поєднання «розумних речей» у єдину мережу надає критично важливі якісні зміни у розвиток людської життєдіяльності. Однією з головних передумов до цього є привласнення виділеної унікальної адреси кожному пристрою, що підключається. Ці пристрої містять у своєму складі мікроконтролер з різними платами та модулями пам'яті, засобами вимірювання і засоби ідентифікації. Окрім давачів, мережа може мати виконавчі пристрої, вбудовані у фізичні об'єкти і пов'язані між собою через дротові чи бездротові мережі. Ці взаємопов'язані пристрої мають можливість

зчитування та приведення в дію, функцію програмування та ідентифікації, а також дозволяють виключити необхідність участі людини, за рахунок використання інтелектуальних інтерфейсів. Цей термін включає в себе широкий спектр застосування, від споживчих пристроїв до індустріальних активів, таких як машини, роботи, нафтогазові комплекси і т. інш. [1].

Для управління пристроями, використовується операційна система реального часу, що відповідає за збирання та первинну обробку даних для мінімізації трафіку. Їх підключення все частіше здійснюється за допомогою бездротових технологій. До недавнього часу для цього використовувалися традиційні технології для передачі даних – WiFi, 2G, 3G , а вже і 4G та 5G. Характерною особливістю даної технології є наявність електроживлення на кожному об'єкті, що підключається, але, на жаль, це не можна віднести до переваг, особливо в сучасних умовах воєнного стану.

Ще одним недоліком можна вважати злом IoT-девайсів, чи зараження таких пристроїв і проведення DDoS-атак. Таким чином, IoT може стати новою віхою кібершпіонажу. Завдяки цим пристроям, для прикладу фітнес-трекери з GPS і розумним годинникам, існує можливість стежити за кожним нашим кроком [2].

Впровадження інтернету речей призведе до формування нової моделі розвідки. Сьогодні вже існують цілі ресурси для пошуку вразливих підключених пристроїв інтернету речей. Реальну небезпеку становлять і атаки на транспорт – оскільки в разі злому виникає пряма загроза життю людей. Отже, підводячи підсумок маємо можливість зрозуміти, що ера «інтернету речей», це тільки початок у 21 столітті. Передбачається, що у майбутньому «речі» самі стануть учасниками бізнесу, соціальних та інформаційних процесів, без втручання людини. Але існують і більш реальні небезпеки впровадження цієї технології. Цей високий рівень неоднорідності у поєднанні з широкою гамою систем IoT збільшує число загроз безпеці «розумних» пристроїв, нових векторів кібератак та нових можливостей для зловмисників [3].

Список використаних джерел:

1. Технології Інтернету речей в управлінні пристроями на мікроконтролерах: Навч. посібник / І. Ш. Невлюдов, А. О. Андрусевич, С. П. Новоселов, О. Г. Резніченко. Кривий Ріг: Вид. Чернявський Д.О., 2022. 296 с.

2. Yevsieiev, V., & Demska, N. (2021). Development of Hardware and Software Access Authentication System for Industrial Internet of Things. *Грааль науки*, (9), 183-185.

3. Yevsieiev V. Researching Cyberattacks Methods in Industrial Internet of Things / V. Yevsieiev, N. Demska // *Виробництво & Мехатронні Системи 2021: матеріали V-ої Міжнародної конференції*, Харків, 21-22 жовтня 2021 р.: Харків: 2021. С. 18–20.

УДК 681.518:[004.738.5:004.722]

## **РОЗРОБКА ДИЗАЙНУ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ КЕРУВАННЯ РОЗУМНИМ БУДИНКОМ**

Петров Е.С.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Демська Н.П.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КІТАМ,  
м. Харків, Україна

тел. +38(095) 402-64-05, e-mail: eduard.petrov1@nure.ua

The paper considers the topical issue of improving the quality, safety, and convenience of life by automating the processes taking place around us. It provides information about the developed application, which is designed to provide the user with information about energy consumption, helping to make more informed decisions about how they use their smart home devices.

В Україні, в умовах частого відключення електроенергії, дуже гостро стоїть питання поліпшення якості, безпеки та зручності життя. Для цього, завдяки сучасним технологіям, майже кожна людина може якомога більше автоматизувати процеси, що відбуваються навколо, завдяки засобам, які можуть надати інформацію про енергоспоживання, допомагаючи їм приймати більш обґрунтовані рішення про те, як вони використовують свої пристрої розумного будинку. Це може призвести до більш ефективного використання енергії, зниження рахунків за електроенергію та більш сталого розвитку будинку.

Нині у мережі Інтернет доступно безліч різноманітних технологій, звісно не всі з них безкоштовні та адаптовані під існуючі в наш час умови. Адаже власники будинків мають використовувати як мінімум генератори, та вільний доступ до інтернету. І якщо людина знаходиться не вдома, тобто може знаходитися не в радіусі дії генератору або супутникової мережі – їй необхідно буде стежити за будинком, за безпекою и цілісністю свого майна. В даному випадку і потрібен мобільний додаток або веб-версія сайту для керування своїм розумним будинком.

Розробка дизайну веб-сайту і мобільного додатку для управління розумним будинком з телефону і комп'ютера є актуальною, оскільки це забезпечує зручний, доступний і зрозумілий спосіб для власників будинків керувати і контролювати свої пристрої розумного будинку.

Додаток дозволить централізовано керувати всіма підключеними пристроями в будинку, такими як освітлення, термостати, системи безпеки тощо. Це можна робити з комп'ютера або мобільного пристрою, надаючи домовласникам гнучкість в управлінні своїм розумним будинком з будь-якого місця і в будь-який час. План розробки програми починається з дослідження даних та контекстне дослідження. Це спостереження за користувачами в їхньому природному середовищі, коли вони використовують пристрої розумного будинку, щоб глибше зрозуміти їхні

потреби та поведінку. Також важлива інформаційна архітектура, тобто організація та структурування інформації та функціональності додатку, щоб забезпечити зручність навігації та використання. Після цього вже розробляється функціональний прототип (рис. 1), який включає створення низькоточного прототипу додатку для тестування дизайну та функціональності з користувачами.

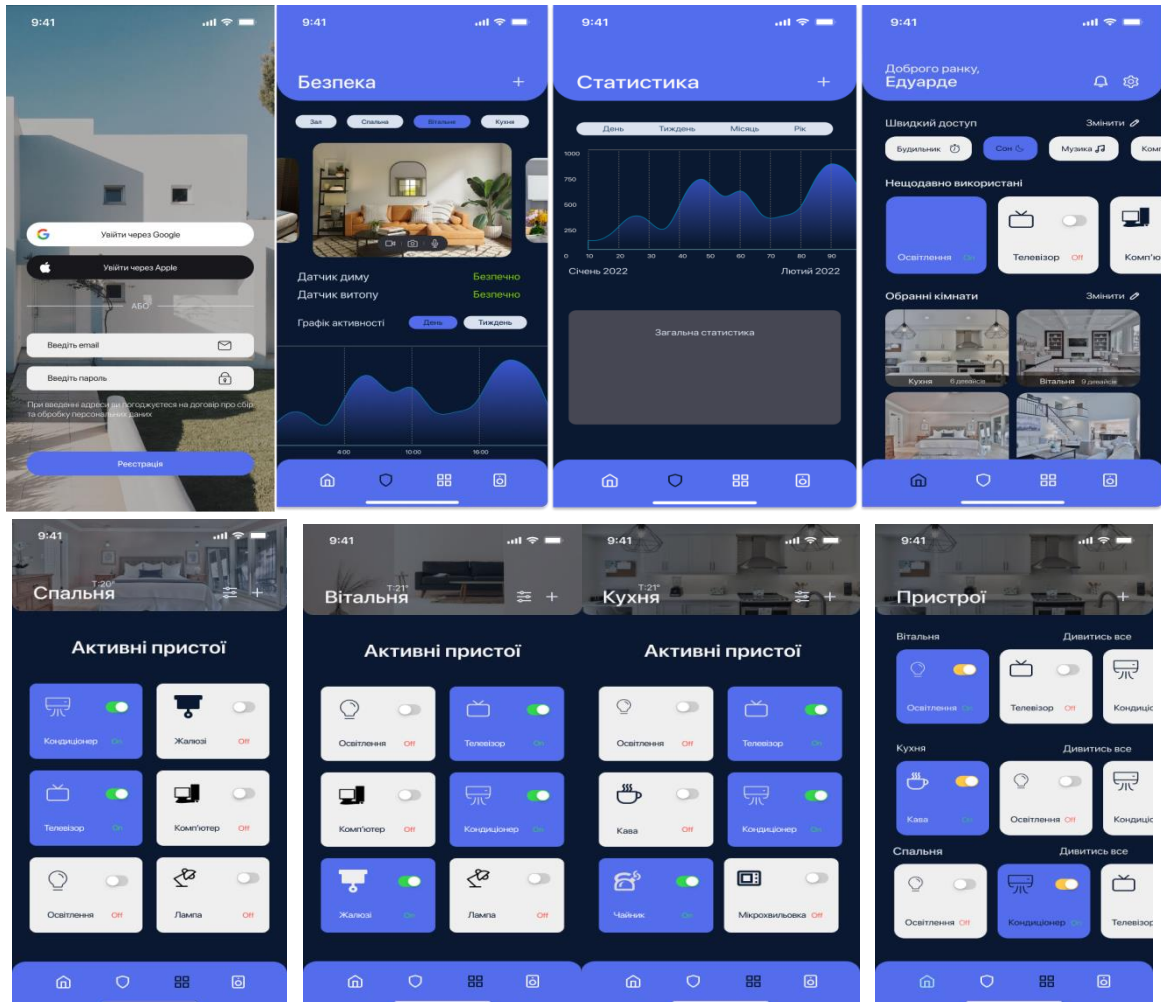


Рисунок 1 – Функціональний прототип додатку

В ході дослідження визначена актуальність завдання розробки додатку. Визначено ряд задач, які потрібно виконати для визначення остаточної версії функціоналу додатку.

Список використаних джерел:

1. About Face: The Essentials of Interaction Design 4th Edition, Kindle Edition: Алан Купер 2022, 722 с.
2. Automation of Flexible HMI Interface Development for Cyber-Physical Production Systems / I. Nevliudov, V. Yevsieiev, N. Starodubcev, N. Demska // International periodic scientific journal SWorldJournal. – Issue No9, Part 1. – 2021. – P. 11-27.

УДК 621.98

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМОУТВОРЕННЯ ВИРОБІВ З МАЛОПЛАСТИЧНИХ МЕТАЛІВ**

Кононенко В.А.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Демська Н.П.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КІТАМ,  
м. Харків, Україна

тел. +380982695497, e-mail: vitalii.kononenko@nure.ua

The paper deals with modern pipe bending machines. Their comparative characteristics are given. The main shortcomings are identified. It is proposed to improve them by equipping with an automated mechanism for feeding the workpiece and automatic unloading of finished parts.

Для сучасного машинобудування надзвичайно важливим є удосконалення існуючих і розробка нових технологій [1] формоутворення деталей, які б забезпечували високу продуктивність з мінімальними затратами матеріальних, трудових та енергетичних ресурсів, а також високу якість виробів. Одним із найпоширеніших методів обробки металів на ринку України і світу є процес його гнуття. Вироби з гнутого профілю використовуються як у важкій так і у легкій промисловості. Завдяки використанню «холодної» технології обробки, процеси гнуття, порівняно з іншими видами металообробки, зазвичай є найекономічнішими з точки зору витрат на енергоресурси.

Але на даний час залишається питання використання технології в умовах серійного та масового виробництва [2] через забезпечення високого рівня механізації та неповної автоматизації технологічних процесів. Тому автоматизація процесів гнуття виробів з металопрофілю на рівні окремих виробництв на сьогоднішній день є актуальною та потребує подальшого дослідження. Метою роботи є аналіз наявних на світовому ринку трубозгинальних верстатів з метою удосконалення процесу холодного гнуття труб з малопластичних металів для забезпечення раціонального вибору геометричних параметрів виробів та вдосконалення енергосилових параметрів процесу.

Для досягнення мети необхідно проаналізувати та переглянути різні способи згинання, а саме поворотно-втяжне (намотування), компресійний згин, вальцювання та протяжка. Вибір процесу згинання труб залежить від якості та необхідної продуктивності, бажаного діаметру, товщини стінки та мінімального радіуса вигину [3]. Найбільш поширеним в серійному та крупносерійному виробництві є поворотно-втяжний спосіб згинання або намотування. Такий спосіб згинання реалізується на верстатах з числовим програмним управлінням (ЧПУ) з гідравлічним або електричним приводом. Трубозгинальні верстати можна класифікувати за різними ознаками, але у світовій практиці склалася досить стійка та універсальна

класифікація за кількістю осей ЧПУ. Тобто 3-х вісьовий верстат може виконувати тривимірне гнуття деталі, але в одну сторону та з одним радіусом, для використання 2-х або 3-х різних радіусів потрібна ще одна рухлива вісь верстата. Прикладами таких верстатів є OMG CN-2T від компанії OMG (Італія) або CNC-30 EMR-P від компанії CSM (Китай). Існує кілька компоновок верстатів, але, як правило, для реалізації гнуття в другому напрямку передбачається додаткова згинальна консоль з інструментальним оснащенням, що дзеркально повторює оснащення першої. Основні порівняльні характеристики верстатів наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Порівняльні характеристики трубозгинальних верстатів

Характеристики верстатів	Верстат OMG CN-2T	Верстат CNC-30 EMR-P
Максимальний розмір труби	40x2 мм	30x2 мм
Максимальний кут згину	190°	190°
Максимальний радіус згину	100 мм	270 мм
Мінімальний радіус згину	40 мм	15 мм
Максимальна довжина заготовки	4500 мм	2800
Встановлена потужність	38 кВт	15,92 кВт
Точність	±0,1 мм	±0,1 мм
Рівень автоматизації процесу	Неповна автоматизація процесу	Неповна автоматизація процесу

Таким чином в ході дослідження робимо висновок, що незалежно від загальних технічних даних верстатів (характеристик обробки труби, експлуатаційних даних гнуття, інших загальних характеристик) спільним недоліком наявних на світовому ринку верстатів є неповна автоматизація процесу виробництва. Тобто жоден з них не забезпечує роботу без участі оператора. Процес подачі заготовки та вивантаження готових деталей відбувається за участі людини. За результатами даного аналізу пропонується створити вітчизняний аналог трубозгинального верстату з автоматизованим механізмом подачі заготовки та автоматичного вивантаження готових деталей, а також з можливістю використання як частини виробничої лінії з виготовлення окремого продукту.

Список використаних джерел:

1. Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Demska, N. (2021). Вирішення питання модернізації виробничого обладнання з використанням кібер-фізичних виробничих системи керування. *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, (3 (17)), 106-116.

2. Пилипець, М. І., Васильків, В. В., Радик, Д. Л., Пилипець, О. М. (2021). Передумови розроблення комбінованих операцій виготовлення гвинтових і шнекових заготовок методом обробки металів тиском. *Перспективні технології та прилади*, (18), 112-123. 3. Miller G. *Tube Forming Processes* : монографія. Dearbon, Michigan : SME, 2003. 377 p. URL: <https://fliphtml5.com/zroi/owip> (date of access: 01.03.2023).

## АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ ДЛЯ ПРИВАТНИХ ПОТРЕБ

Кухарчук М.А.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Сотник С.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки  
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. КІТАМ, тел. (068) 513-54-53)

e-mail: marharyta.kukharhuk@nure.ua

The paper investigates the features of solar panels and their structure. To visualize the design, the structural elements of the SB are presented; prospects for development are discussed. The issues of modern production of solar panels, as well as the materials from which solar panels are made, are briefly touched upon, and the advantages and disadvantages of using solar panels in everyday life for private needs are considered.

Справедливо сказати, що дуже швидке використання викопного палива та глобальне потепління призвели до зменшення запасів палива, тому для повного задоволення енергетичних потреб населення необхідно використовувати екологічні джерела енергії. Вважається, що сонячна енергія є найефективнішим і найчистішим джерелом енергії, а також дешевим, багатим і вічним джерелом відновлюваної енергії, яке може подолати залежність сучасного суспільства від традиційних видів палива і ресурсів [1]. Відсутність постійного фінансування у сфері відновлюваних ресурсів в Україні не заважає нам регулярно нарощувати потужності сонячних електростанцій. Виробництво електроенергії за допомогою сонячної енергії має переваги та є успішною альтернативою електроенергії, виробленій традиційними електростанціями. Структура сонячної батареї (СБ) на рис. 1.

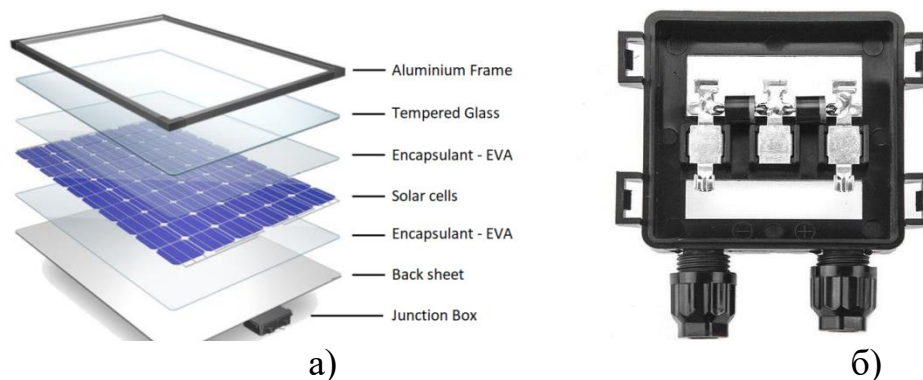


Рис. 1. Структура сонячної батареї: а) пошарова структура; б) розподільна коробка

Сонячна панель (СП) складається з алюмінієвої рами, загартованого скла, двох ущільнювачів (EVA), СП, задньої кришки та розподільної коробки.

Розподільна коробка – це невеликий прилад, захищений кришкою від атмосферних впливів. Коробка є тильною стороною СБ (рис. 1, б). Розподільна коробка є важливою частиною, оскільки це центральна точка, де всі елементи з'єднані між собою та захищені від вологи та бруду.

Алюмінієва рама відіграє вирішальну роль у захисті батареї, забезпечуючи міцну конструкцію для встановлення СП (рис. 2). Каркас повинен бути легким, але міцним і здатним витримувати екстремальні навантаження від сильних вітрів і зовнішніх сил.



Рис. 2. Алюмінієва рама

У сучасному виробництві СП в якості основного матеріалу використовується кремній. Це звичайний матеріал у природі, але він містить багато зайвого бруду, який потрібно видалити перед подальшим використанням. Сам процес очищення трудомісткий і фінансово витратний, що в свою чергу впливає на ціну сонячних батарей. Адже чим чистіший кремній, тим вище ефективність панелей. Для перевірки критичних параметрів СБ використовують РТС – це незалежний тест сертифікаційних лабораторій, призначений для визначення продуктивності модуля за фактичних умов експлуатації. Співвідношення РТС/STC має бути принаймні 89-90 %, чим вище співвідношення РТС/STC, тим краще СП працюватиме в реальних умовах. Допуск – це відхилення фактичної продуктивності СП від її номінального значення. Негативний допуск не повинен перевищувати 3 %.

Таким чином, в ході проведеного огляду визначено переваги СБ у використанні для власного домогосподарства і сюди можна віднести: значно менші витрати на електроенергію; можливість впливати на ціну електроенергії та збереження навколишнього середовища, а недоліками є незручності в разі переїзду, порівняно дорога вартість, підходить не для всіх конструкцій даху та малі заощадження за малого споживання.

Список використаних джерел:

1. Sotnik S., Lyashenko, V. (2022). Agricultural Robotic Platforms. International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS), 6(4), 14-21.

## ОГЛЯД СФЕР ЗАСТОСУВАННЯ ПОВІТРЯНОЇ РОБОТОТЕХНІКИ

Александров В.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Сотник С.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки  
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. КІТАМ, тел. (057) 702-14-86)

e-mail: vladyslav.aleksandrov2@nure.ua

This paper considers the prospects for the development of unmanned aerial vehicles and aviation robotics based on current trends. The analysis of unmanned aerial vehicles was carried out. The areas of application, classification of drones and features of their application are considered.

Робототехніка – галузь, що постійно розвивається [1-5]. Існує ціла низка різних роботів: промислові, мобільні, стаціонарні та інші роботи, а також роботів можна розглядати з точки зору: наземні, повітряні, підводні. Основний акцент в роботі зроблено повітряним роботам.

Тема є актуальною, оскільки наряду з наземними роботами досить затребуваними є повітряні роботи або їх називають дрони, ще можна їх назвати безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

На сьогодні роботи можуть бути реалізовані в різних формах відповідно до їхньої передбачуваної робочої функції. Щодо класифікації повітряної робототехніки та особливостей їх використання, БПЛА можна класифікувати на основі розміру, форми та функцій.

Наприклад, в залежності від розміру поділяються на: мікро-БПЛА розміром менше 10 см; міні-БПЛА розміром від 10 до 50 см; тактичні БПЛА розміром від 50 до 150 см; стратегічні БПЛА розміром понад 150 см.

Визначено, що в залежності від форми:

- безпілотні літальні апарати з нерухомим крилом – нагадують традиційні літаки та призначені для великої висоти, далекого спостереження та розвідки;

- БПЛА гелікоптерного типу – нагадують гелікоптери і використовуються для маловисотного, ближнього спостереження та розвідки.

- плаваючі БПЛА – мають плаваюче крило, що змінює форму і розмір під час польоту і призначені для далекого, висотного спостереження та розвідки.

За виконуваною функцією:

- безпілотні літальні апарати спостереження – використовуються для збору даних та спостереження за діями на відстані;

- розвідувальні БПЛА – використовуються для збору та аналізу даних для збору розвідданих;

- бойові БПЛА – призначені для наступальних чи оборонних бойових дій;

- комерційні БПЛА – використовуються в цивільних цілях, таких як аерофотозйомка, відеозйомка та перевірка інфраструктури.

В ході проведеного огляду розглянемо три найпоширеніші сфери застосування БПЛА.

1. Аерофото та відео зйомка. Одна з ключових застосувань БПЛА є аерофотозйомка та відео зйомка, яку досягають завдяки тому, що дрони можна оснастити високоякісними камерами і в результаті, такі БПЛА роблять високоякісні знімки та відео з унікальних ракурсів, які раніше неможливо було отримати. Области застосування: застосування особливо корисне у таких галузях, як нерухомість, кіно та телебачення, сільське господарство та моніторинг навколишнього середовища, а в теперішній час особливо актуальна – воєнна сфера.

2. Пошуково-рятувальні операції. БПЛА зарекомендували себе, як цінні інструменти у пошуково-рятувальних операціях.

Дрони можуть швидко та ефективно сканувати великі ділянки землі, води та пересіченої місцевості, щоб знайти людей або предмети, що зникли безвісти. Оснащені тепловізорами та іншими датчиками, дрони можуть виявляти теплові сигнатури та інші ознаки життя, невидимі неозброєним оком. Области застосування: особливо корисне у ліквідації наслідків стихійних лих, у правоохоронних та військових операціях.

3. Інспекції інфраструктури. БПЛА все частіше використовуються для огляду інфраструктури, такої як мости, лінії електропередач та трубопроводи. Дрони, оснащені камерами та датчиками високої роздільної здатності, можуть швидко та безпечно оглядати важкодоступні місця, зменшуючи необхідність для робітників підніматися на небезпечну висоту або працювати у небезпечних умовах. Области застосування: енергетика, транспорт та будівництво.

Таким чином, проведено огляд областей застосування повітряної робототехніки, який може стати передумовою для подальшої модифікації конструкції БПЛА з метою отримання нового дрону.

Список використаних джерел:

1. Baker, J.H., et al. Some interesting features of semantic model in robotic science // International Journal of Engineering Trends and Technology. – Vol. 69, Issue 7. – 2021. – P. 38-44.

2. Sotnik, S., et al. Modern Walking Robots: A Brief Overview // International Journal of Recent Technology and Applied Science. – Vol. 3, No. 2. – 2021. – P. 32-39.

3. Sotnik, S., et al. Modern Industrial Robotics Industry // International Journal of Academic Engineering Research. – Vol. 6 Issue 1. – 2022. – P. 37-46.

4. Lyashenko, V. et al. Prospects for Introduction of Robotics in Service // International Journal of Academic Engineering Research (IJAER). – Vol. 6, Issue 5. – 2022. – P. 4-9.

5. Lyashenko, V. et al. Agricultural Robotic Platforms // International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS). – Vol. 6, Issue 4. – 2022. – P. 14-21.

## **РОЗРОБКА WEB-ДОДАТКІВ: АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ**

Хайло В.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Сотник С.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки  
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. КІТАМ, тел. (068) 513-54-53)

e-mail: vladyslav.khailo@nure.ua

A web application is a computer program that utilizes web browsers and web technology to perform tasks over the Internet.

З кожним днем Веб-додатки набувають все більшої актуальності. Кожного дня багато мільйонів людей використовують велику кількість цих додатків. Найпопулярніші з них це Gmail, Google Drive, Microsoft Office 365, Facebook, Netflix. Також мільйони підприємств використовують Інтернет як економічно ефективний канал зв'язку. Це дозволяє їм обмінюватися інформацією зі своїм цільовим ринком і здійснювати швидкі та безпечні транзакції [1]. Однак ефективне залучення можливе лише тоді, коли бізнес здатний отримувати та зберігати всі необхідні дані, а також мати засоби обробки цієї інформації та представлення результатів користувачеві. Веб-додатки використовують комбінацію сценаріїв на стороні сервера (PHP і ASP) для зберігання та отримання інформації та сценаріїв на стороні клієнта (JavaScript і HTML) для представлення інформації користувачам. Це дозволяє користувачам взаємодіяти з компанією за допомогою онлайн-форм, систем керування вмістом, кошиків для покупок тощо. Крім того, програми дозволяють співробітникам створювати документи, обмінюватися інформацією, співпрацювати над проектами та працювати над загальними документами незалежно від місця розташування чи пристрою [2, 3]. Завдяки цьому веб-додатки є дуже актуальними і необхідними у сучасному житті.

Веб-розробка – це безперервний життєвий цикл, що включає безліч етапів та ітерацій. Починаючи з вибору мови програмування, відповідного фреймворку і закінчуючи пошуком надійного Веб-сервера для розміщення програми, все це вимагає великої роботи. Існує безліч типів інструментів для Веб-розробки, які підтримують та спрощують той чи інший аспект розробки. Деякі з інструментів, що найбільш використовуються Веб-розробниками, є:

- зовнішні бібліотеки, такі як BootStrap, які містять попередньо написані фрагменти коду та шаблони, які можна повторно використовувати та згадувати у своєму коді;

- редактори коду, наприклад Sublime Text. Мають вбудовані функції, такі як підсвічування синтаксису, відладчик та автозавершення коду, що спрощує процес написання та редагування коду;

- системи баз даних, як-от MySQL. Допомагають створювати, редагувати та підтримувати базу даних. Ви також можете створювати різні запити для доступу до баз даних;

- сервер, наприклад, Apache. Встановлює з'єднання між сервером та клієнтськими браузером та обробляє запити користувачів;

- виконавець завдань, наприклад, Grunt. Автоматизує та виконує повторювані завдання у вашому коді, щоб вам не доводилося контролювати кожне завдання;

- локальне оточення, наприклад, Laragon. Створіть середовище на своєму комп'ютері для тестування та запуску Веб-додатків та рішень, не вимагаючи підключення до Інтернету.

Найсучаснішими та найкращими програмними засобами для бекенд розробки вважають: GitHub, WordPress, MongoDB, ApacheGrunt, Redis, NGINX та MySQL. Для фронтенд розробки: Novi Builder, Creative Tim, Visual Studio Code, Bootstrap, Sass, Envato, InVision Cloud, Sublime Text, NPM, One.

Визначимо характеристики Веб-додатків. Сучасні Веб-додатки мають вищі очікування користувачів і більші вимоги, ніж будь-коли раніше. По-перше, сучасні веб-додатки повинні бути доступними 24/7 з будь-якої точки світу і використовуватися практично з будь-якого пристрою чи розміру екрану. Ключовим є те, що Веб-додатки повинні бути безпечними, гнучкими та масштабованими, щоб відповідати різким стрибкам попиту. Все частіше складні сценарії повинні оброблятися за допомогою багатого користувацького досвіду, побудованого на клієнті за допомогою JavaScript, та ефективно взаємодіяти за допомогою Веб-інтерфейсів API. ASP.NET Core оптимізовано для сучасних Веб-додатків і сценаріїв хмарного хостингу [2].

Таким чином, в ході аналізу особливостей розробки Веб-додатків ми виявили, що вони впливають на всеосяжну кількість аспектів нашого життя. Також судячи с описаних характеристик Веб-додатків можемо зробити висновок, що їх розробка це досить складний і трудомісткий процес, але він необхідний для створення більш кращого та зручнішого майбутнього, що доводять найвідоміші з них.

Список використаних джерел:

1. Sotnik, S., Deineko, Z., Vovk, O., Lyashenko, V. (2021). Features of Database Types. International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS), 5(10), 73-80.

2. Lyashenko, V., Sotnik, S., Shakurova, V. (2023). Development Features Web-Applications / T. Lyashenko. International Journal of Academic and Applied Research, 7(1), 79-85.

## **АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ МОБІЛЬНОЇ РОБОТИЗОВАНОЇ ПЛАТФОРМИ НА КОЛЕСАХ**

Зарубін І.С.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Сотник С.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. КІТАМ, тел. (057) 702-14-86)

e-mail: [ihor.zarubin@nure.ua](mailto:ihor.zarubin@nure.ua)

During the research, several types of mobile robotic platforms on wheels were analyzed, namely Automated Guided Vehicle, Autonomous Mobile Robot, Unmanned Ground Vehicle, and Service robots. It was determined which of these platforms are most suitable for various application areas. This review will be prerequisite for development of new robot design.

Сучасний етап розвитку науки та техніки характеризується розширенням сфери застосування роботів [1-3]. Актуальність робототехніки в сучасному житті набуває дедалі більшого значення. У ході проведеного аналізу виділимо декілька розповсюджених видів роботів:

1. Automated Guided Vehicle (AGV) – це мобільні роботизовані платформи, які використовуються для переміщення матеріалів і продуктів у промисловому середовищі. Вони розроблені для слідування заздалегідь визначеними шляхами або маршрутами, які можуть бути фізичними або віртуальними, і часто мають датчики та системи навігації, які дозволяють їм орієнтуватися та уникати перешкод. AGV використовуються в промислових умовах протягом багатьох років і стають все більш популярними завдяки своїй здатності підвищувати продуктивність і знижувати витрати. Вони особливо корисні на виробничих складах і розподільчих центрах, де вони можуть транспортувати сировину, готову продукцію та інші предмети між різними місцями [4].

2. Дуже поширені у автомобілебудуванні та харчовій промисловості – autonomous mobile robot (AMR) – це мобільна роботизована платформа, яка здатна автономно переміщатися всередині визначеної області без необхідності фіксації маршруту або інфраструктури. AMR використовується в широкому діапазоні відростків, включаючи складську логістику, виробництво, медицину та інші [5]. AMR відрізняються від своїх попередників, автономних керованих транспортних засобів (AGV), які покладаються на треки або заздалегідь визначені маршрути та часто потребують нагляду оператора. AMR використовують складний набір датчиків, штучний інтелект, машинне навчання та обчислення для планування шляху для інтерпретації та навігації їхнє середовище, не пов'язане з дротовим живленням.

3. Unmanned Ground Vehicles (UGVs) – це автономні або напіваавтономні транспортні засоби на колесах або гусеницях, які можуть виконувати завдання без участі оператора. Вони використовуються в різних сферах, включаючи військову, медичну, аграрну та промислову [1-5] UGV

можна використовувати для багатьох застосувань, де присутність людини-оператора може бути незручною, небезпечною або неможливою. Як правило, транспортний засіб матиме набір датчиків для спостереження за навколишнім середовищем та або самостійно прийматиме рішення щодо своєї поведінки, або передаватиме інформацію людині-оператору в іншому місці, який керуватиме транспортним засобом за допомогою дистанційного керування.

4. Service robots – це роботи, які розроблені для надання допомоги людям у повсякденному житті, наприклад, в будинку, в кухні, в уході за похилими людьми або дітьми, а також для використання в комерційних цілях, наприклад, в обслуговуванні клієнтів у ресторанах і готелях [1-5]. Сервісні роботи допомагають людям, як правило, виконуючи брудну, нудну, віддалену, небезпечну або повторювану роботу. Зазвичай вони автономні та/або керуються вбудованою системою керування з можливістю ручного керування. Термін «сервісний робот» не має суворого технічного визначення. Міжнародна організація стандартизації визначає «сервісного робота» як робота, «який виконує корисні завдання для людей або обладнання, за винятком програм промислової автоматизації» [1-5].

З наданих прикладів стає очевидним, що штучний інтелект та робототехніка продовжують інтегруватись і прогресувати, надаючи людям нові можливості в небезпечних сферах, де людина не завжди може працювати ефективно або безпечно. Гнучкість у програмуванні та змінність у принципі дії роботів дозволяють їх підлаштовувати під різні задачі, збільшуючи спектр їх застосування в сьогоденні та майбутньому. Роботи та штучний інтелект стають все більш корисними в різних галузях, де вони можуть допомогти людям у збереженні життя та здоров'я, збільшенні ефективності та точності виробництва, а також у розв'язанні складних завдань у багатьох інших сферах.

Список використаних джерел:

1. Sotnik, S., Lyashenko, V. (2022). Prospects for Introduction of Robotics in Service. *International Journal of Academic Engineering Research (IJAER)*, 6(5), 4-9.
2. Sotnik, S., Lyashenko, V. (2022). Agricultural Robotic Platforms. *International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS)*, 6(4), 14-21.
3. Lyashenko, V., Sotnik, S. (2022). Overview of Innovative Walking Robots. *International Journal of Academic Engineering Research (IJAER)*, 6(4), 3-7.
4. Sotnik, S., Lyashenko, V. (2022). Modern Industrial Robotics Industry. *International Journal of Academic Engineering Research*, 6(1), 37-46.
5. Lyashenko, V., Ahmad, MA., Belova, N., Sotnik, (2021). Modern Walking Robots: A Brief Overview. *International Journal of Recent Technology and Applied Science*, 3(2), 32-39.

## ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У СУЧАСНОМУ ЖИТТІ

Карташова В.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Бронніков А.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КІТАМ,  
м. Харків, Україна

тел. +38(063) 308-55-73, e-mail: [varvara.kartashova@nure.ua](mailto:varvara.kartashova@nure.ua)

This work is devoted to the analysis of expert systems, namely, the definition of expert system. They were also considered the types of expert systems and their application in modern robotic. An expert system implemented in the engineering and production process can provide the greatest assistance to operatives in performing and solving critical and important tasks.

Експертні системи (ЕС) – це системи, засновані на знаннях, які були однією з перших напрямком досліджень у галузі штучного інтелекту (ШІ) і можуть бути визначені як наукомістке програмне забезпечення, яке може виконувати деякі завдання, що зазвичай вимагають людського досвіду.

Експертні системи використовуються для вирішення конкретних проблем предметної області, і кожен крок міркувань для конкретної проблеми визначається людиною-експертом професійно. Таким чином, вони поводяться як штучна дорадча система для певної проблемної області.

Процес побудови експертних систем зі спеціалізованими знаннями про предметну область називається інженерією знань. Експертні системи, засновані на знаннях містять знання, отримані з періодичних видань, книг або з інтерв'ю з експертами-людьми.

Експертним системам надають перевагу, оскільки вони виробляють розумні рішення навіть для деяких погано структурованих проблем, які не мають ефективного алгоритмічного рішення.

Основні компоненти експертної системи визначаються наступним чином:

– інтерфейс користувача – механізм, за допомогою якого користувач та експертна система взаємодіють;

– база знань – це сукупність фактів і правил, вона створюється з інформації наданої людьми-експертами;

– механізм виведення – робить висновки, вирішуючи, яким правилам задовольняють фактами або об'єктами, розставляє пріоритети задовольняючим правилам і виконує правило з найвищим пріоритетом.

Експертна система дуже важлива для сучасного суспільства, тому що її використовують у найрізноманітніших сферах, як-от робототехніка, медицина, управління, інженерія, освіта, фінанси, військова справа тощо.

Експертна система, впроваджена в інженерний і виробничий процес, може забезпечити найбільшу допомогу оперативним працівникам при виконанні та вирішенні критичних і важливих завдань. Крім того, точний результат аналізу кожної інженерної деталі або процесу може бути отримано від експертної системи, що допоможе запобігти будь-яким втратам для компанії.

Також, експертна система може проводити ранню діагностику захворювань у пацієнтів, визначати симптоми захворювання і забезпечити негайне й точне рішення для порятунку життя пацієнта.

У військовій сфері ЕС значна для полегшення підтримки ухвалення рішень у командуванні та управління процесом спроможності військового командира через складність реальної ситуації у військовій програмі навчання.

Потенціал експертної системи може вирішити багато проблем для військових, і деякі додатки ШІ продемонстрували свою корисність, наприклад, пристрій для пошуку бомби і міни, а також для пошуку різних радарів.

Починаючи з початкової школи і закінчуючи університетом застосування експертної системи дає багато переваг для підтримки навчального процесу.

Наприклад, порівняно з традиційним способом отримання студентом рекомендацій щодо вибору курсів в університеті або коледжі, розробка прототипу експертної системи консультування студентів довела і показало, що автоматизоване консультування еквівалентне людському.

Це означає, що експертна система успішно впроваджена в освітній процес і обіцяє кращу навчальну роботу, особливо для студентів.

Список використаних джерел:

1. Al-Mafrji, A. A. M. Analyzing the use of expert systems in improving the quality of decision-making / A. A. M. Al-Mafrji, Y. I. Hamodi, S. G. Hassn, A. B. Mohammed // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2023, pp. 74-77.

2. Tolun, Mehmet. Expert Systems. Expert Systems / Mehmet Tolun, Seda Sahin, Kasim Oztoprak // Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, 2016, 12 p.

3. Chidinma N., C., Expert System a Modern Tool for Teaching and Learning / C., Chidinma, U., Valentine, Omankwu, O., Chinecherem. // American Journal of Engineering Research (AJER), Volume 10, Issue 9, 2021, pp. 126-130.

4. Tan, Chee Fai. The application of expert system: A review of research and applications / Chee Fai Tan, L.S. Wahidin, Siti Nurhaida Khalil, Noreffendy Tamaldin, Jun Hu, Matthias Rauterberg // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 2016, pp.2448-2451.

УДК 004.896

## АНАЛІЗ СУЧАСНИХ РОЗРОБОК В ОБЛАСТІ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

Дяченко Е.С.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Бронніков А.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КІТАМ,  
м. Харків, Україна

тел. +38(068) 589-30-88, e-mail: [eduard.diachenko@nure.ua](mailto:eduard.diachenko@nure.ua)

This work is devoted to the analysis of modern developments in smart home, namely, the definition smart home systems and the Internet of Things. The basic designs and their application in modern life were also considered. A smart home system implemented at the user's home can provide great assistance to the user in performing routine tasks daily.

Інтернет речей (Internet of Things, IoT) – описує фізичні об'єкти (або групи таких об'єктів) із датчиками, здатністю обробки, програмним забезпеченням та іншими технологіями, які підключаються та обмінюються даними з іншими пристроями та системами через Інтернет або інші комунікаційні мережі.

Ця парадигма дозволяє зберігати, обробляти та передавати великі обсяги даних у формі, яку можна вміло інтерпретувати, без людського винаходу. Поява IoT також проливає нове світло на концепцію «розумного дому». Обладнання будинку з підтримкою Інтернету речей робить розумний дім більш інтелектуальним, дистанційно керованим і взаємопов'язаним [1].

Розумний будинок – це органічне поєднання різноманітних підсистем, пов'язаних з покращенням життя людини у приміщенні за допомогою технологій [1]. Ці підсистеми можуть як ділитися ресурсами, так і спілкуватися всередині дому та також може обмінюватися інформацією з зовнішньою мережею через домашній розумний шлюз.

Сьогодні завдяки розвитку технологій сервіс «розумний дім» відстежує діяльність користувачів і внутрішнє середовище вдома. Крім того, розумний дім надає послуги, які відповідають вимогам і потребам користувача. З поширенням смартфонів стало легше контролювати системи домашньої автоматизації з будь-якої точки світу. Розумні динаміки, термостати та системи безпеки стають звичним явищем у сучасних будинках, забезпечуючи власникам будинків новий рівень зручності та контролю. Наприклад, домовласник може використовувати розумний динамік, щоб керувати світлом, відтворювати музику або навіть замовляти продукти за допомогою лише голосової команди. Подібним чином розумний термостат може вивчати розклад власника будинку та відповідно регулювати температуру, що призводить до значної економії енергії з часом.

Очікується, що глобальний ринок приладів розумного будинку в 2022 року буде оцінений до 119,26 мільярдів доларів [1]. Глобальні компанії (наприклад: Google, Amazon і Samsung Electronics) виходять на цей величезний ринок і надають інноваційні послуги та продукти, щоб скористатися перевагами зростаючого ринку. Багато стартапів також докладають зусиль, щоб приєднатися до цього зростаючого ринку.

Останнім часом сервіси розумного будинку розвиваються, наближаючись до штучного інтелекту (ШІ). Розумний персональний помічник «Alexa», розроблений Amazon Lab126, був встановлений у багатьох продуктах.

Компанія LG Electronics використовує Alexa у своїй лінійці продуктів для розумного дому. Наприклад, якщо користувач викликає «Alexa» з інтелектуального холодильника, він може отримати доступ до таких послуг, як пошук новин, онлайн-магазини та перевірка розкладів.

Крім того, китайський виробник розумного дому Xiaomi планує націлитися на ринок розумного дому в рамках свого довгострокового бачення. Xiaomi випустила очищувач повітря, яким можна дистанційно керувати за допомогою смартфона, і розробила смарт-модуль, який можна вставляти в усі прилади, такі як холодильники, кондиціонери та пральні машини. Apple розробляє динамік зі штучним інтелектом, який підтримує «Apple HomeKit», який, як очікується, забезпечить голосову підтримку як центр для керування продуктами домашнього комплексу. Таким чином, послуги «розумного дому» розвиваються та поширюються завдяки застосуванню IoT та ШІ [1].

Сьогодні стан цієї індустрії постійно змінюється, оскільки розробляються нові технології та пристрої для подальшого підвищення зручності та ефективності будинків.

Загалом, SmartHome та IoT прилади будуть все більше інтегруватися у наше життя та розвиватися з часом, а їх явні недоліки, такі як вартість, з часом почнуть мати меншу значимість.

Список використаних джерел:

1. Yang, Heetae & Lee, Wonji & Lee, Hwansoo. (2018). IoT Smart Home Adoption: The Importance of Proper Level Automation. // Journal of Sensors. 2018. 1-11. 10.1155/2018/6464036.

2. Abdulla, Abdulrahman & Abdulraheem, Ahmad & Salih, Azar & M.Sadeeq, Mohammed & Ahmed, Abdulraheem & Ferzor, Barwar & Salih, Omar & Mohammed, Ibrahim. (2020). Internet of Things and Smart Home Security. // Technology Reports of Kansai University. 62.

3. Fakhar, Muhammad & Yalcin, Emre & Bilge, Alper. (2022). A survey of smart home energy conservation techniques. // Expert Systems with Applications. 213. 118974. 10.1016/j.eswa.2022.118974.

УДК 681.5:656

## **АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПЛАНУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

Яріш В.Ю.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Піскарьов О.М.  
Державний біотехнологічний університет, кафедра АКІТ,  
м. Харків, Україна  
тел. +38(057) 712-35-37, e-mail: post@btu.kharkov.ua.

This article presents the development of an automated system for planning passenger transportation. The system uses advanced algorithms to optimize passenger routes, schedules, and resources, resulting in improved service quality and reduced operational costs. The system also includes real-time monitoring and analysis capabilities, allowing for quick adjustments to changing conditions or disruptions. The article provides examples of successful deployments in urban areas, making it a valuable resource for transportation planners, policymakers, and researchers interested in improving public transportation services through the use of advanced technologies.

У сучасному світі транспорт відіграє величезну роль у повсякденному житті людей. Щодня мільйони людей по всьому світу пересуваються, використовуючи різні види транспорту, такі як автомобілі, автобуси, потяги та літаки. Одним з основних видів транспорту є громадський транспорт, який щодня обслуговує безліч людей. Однак ефективне планування пасажирів може бути складним завданням, особливо у великих містах з високим пасажиропотоком. У таких містах часто виникають проблеми з перевантаженістю громадського транспорту, довгими чергами на зупинках та відсутністю транспорту в години пік. Для вирішення цих завдань багато транспортних компаній почали використовувати автоматизовані системи планування пасажирів. Такі системи дозволяють скоротити час планування маршруту, зменшити кількість заторів, а також оптимізувати використання транспорту.

Розробка автоматизованої системи планування пасажирів є досить складним завданням, та вимагає знань програмування, баз даних, теорії графів і багатьох інших областей. Однак при правильній конструкції такої системи вона може значно спростити життя людей, особливо тих, хто користується громадським транспортом для пересування по місту. Однією з ключових функцій автоматизованої системи планування пасажирських перевезень є визначення оптимального маршруту для кожного пасажирів. Система повинна враховувати розклад руху громадського транспорту, рух на дорогах, наявність зупинок і багато інших факторів, які можуть вплинути на час і комфорт поїздки. Ще однією важливою функцією такої системи є управління автопарком. Система повинна враховувати кількість наявних транспортних засобів і оптимальний розподіл їх по маршруту. Це дозволить скоротити час очікування на зупинках і зменшити кількість

пробок на дорогах. Крім того, автоматизована система планування пасажирів може надати користувачеві інформацію про маршрути, розклад, зупинки і тарифи. Така інформація може бути представлена у вигляді мобільного додатку або веб-порталу, що дозволяє користувачеві швидко і легко знаходити необхідну інформацію і планувати свої поїздки.

Важливим аспектом розробки автоматизованої системи планування пасажирських перевезень є захист даних користувачів. Система повинна впроваджувати механізми шифрування та кібербезпеки, які забезпечать захист персональних даних користувачів.

Розробка автоматизованої системи планування пасажирів може стати ресурсозатратним завданням, що вимагає значних інвестицій в дослідження, розробки і випробування. Однак в кінцевому підсумку така система зможе значно спростити життя пасажирів, скоротити час на дорогу та гроші, а також зменшити навантаження на громадський транспорт.

Автоматизована система планування пасажирських перевезень – це інноваційне рішення, яке допоможе покращити якість громадського транспорту та зробити життя пасажирів комфортнішим. Однак при проектуванні такої системи необхідно враховувати безліч факторів, таких як безпека, захист даних і оптимальне використання ресурсів, щоб забезпечити ефективність і стійкість системи в довгостроковій перспективі.

Можна зробити такий висновок - автоматизована система планування пасажирських перевезень дозволяє істотно спростити життя пасажирів, скоротити час і гроші в дорозі і зменшити навантаження на громадський транспорт. Важливим аспектом при розробці такої системи є захист призначених для користувача даних, для чого повинні бути реалізовані механізми шифрування і безпеки. Крім того, при розробці автоматизованої системи планування пасажирських перевезень необхідно враховувати безліч факторів, таких як оптимальне використання ресурсів, маршрути, розклади тощо. Розробка автоматизованої системи планування пасажирів вимагатиме значних інвестицій в дослідження, розробку та випробування. Однак, в кінцевому рахунку, така система стане ефективним рішенням для поліпшення якості громадського транспорту.

Список використаних джерел:

1. Kravets Y.V., Moroz V.O. Optimization of stopover points location of city passenger transport in the Rivne city (complex paper). „275 –Transport technologies“ / Y.V. Kravets, V.O. Moroz – Ternopil: TNTU, 2021. – 97 p.
2. Intelligent Transport [Електронний ресурс] // United Kingdom. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.intelligenttransport.com/>.
3. The International Association of Public Transport (UITP) [Електронний ресурс] // Belgium. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.uitp.org/>.

УДК 681.518.3:620.181

**REPRESENTING DATA UTILIZING LINEAR AND SPLINE  
INTERPOLATIONS TO BUILD AN SYSTEM FOR TEMPERATURE  
DEPENDENCIES REPRESENTATION FOR INDUSTRIAL  
AUTOMATION SYSTEM**

Nienova D.V.

Scientific adviser – Doctor of Engineering Science Prof. Romashov Y. V.  
Kharkiv National University of Radio Electronics, Department of  
Computer Integrated Technologies, Automation and Mechatronics, Kharkiv,  
Ukraine

ph. number: +38 (050) 676-95-45 e-mail: daryna.nienova@nure.ua

This study presents an approach to automate the process of generating temperature dependency data of material characteristics utilizing mathematical methods and software support. The proposed methodology employs a systematic approach to constructing a graphical representation of the data. To achieve this, the research utilizes Python. The methodology involves working with numerical file data to generate accurate mathematical interpolations, including linear and cubic spline interpolations. Furthermore, the methodology involves building these interpolations to create reliable functional dependencies of the data extracted from the file. This approach effectively automates data formation and generates high-quality temperature dependency data for material characteristics.

This paper provides one with the method of providing data in a graphical view to have reliable and accurate interpolations, which can be used in further investigations for analysing and operating data. Representing data about temperature dependencies according to the material's characteristics is important in many fields such as material science, engineering, and physics. Linear and spline interpolations are commonly used methods to create a graphical representation of this type of data. To compute the required values of the represented function, a linear interpolation is proposed. These ideas offer a generalized and uniform approach to representing various functional dependencies required for the mathematical maintenance of automated systems. To solve the problem with the accuracy of the approximation, cubic spline interpolation is proposed to transform the existing incomplete data into a dataset that provides reliable linear interpolation.

Linear and spline interpolations are popular methods used in representing data about temperature dependencies according to material characteristics because they offer several advantages over other graphics. One of the main advantages of linear interpolation is that it is a simple method that can be easily implemented and realized in different programming languages. It involves drawing a straight line between known data points and using this line to estimate the value of the function at a new point. Linear interpolation is also computationally efficient, requiring only basic arithmetic operations. However,

in this investigation and previous [1][2] it was decided to use Python programming language with its possibilities, packages, and features.

On the other hand, spline interpolation, which is also used in this research, is more complex and sophisticated. Spline interpolation is a mathematical method used to estimate the values of a function between known data points. It works by fitting a piecewise-defined polynomial function to the data points. Unlike linear interpolation, which uses a straight line to connect the data points, spline interpolation uses a series of polynomial functions, which can provide a smoother and more accurate estimate of the function between the data points. Spline interpolation is commonly used in many fields, including engineering, physics, and computer graphics, to estimate values of a function where data points are not available. This approach provides a more accurate representation of the data than linear interpolation, especially when the data is not evenly spaced. Spline interpolation also has the advantage of being able to smooth out data, which can help to reveal underlying trends and patterns. Overall, the choice between linear and spline interpolation will depend on the specific requirements of the application. Linear interpolation may be sufficient for applications where the data is evenly spaced and relatively noise-free, while spline interpolation may be required for more complex data sets with irregular and significant spacing.

To summarize, the benefits of using linear and spline interpolations in representing temperature dependency data for material characteristics are as follows. Linear interpolation is advantageous for its simplicity and ease of implementation, in a programmable. On the other hand, spline interpolation provides a more accurate representation of data, which supports linear approximation, allowing for smoother and more precise approximations of the temperature dependence of material characteristics. The most significant advantage of the proposed way of interpolating is dividing code into logical segments, namely, Pre-Processor, Processor, and Post-Processor, which helps to separate needed steps into the logical and optimal way. In this case, every step of interpolating, operating accuracy, and computing has its part of code and output, which makes it user-friendly. These needed steps are independent and can be performed in the best possible way.

#### References:

1. Nienova D. V. (2022). Automated Formation of Data about Temperature Dependencies of Material's Thermal Characteristics. Automation and Development of Electronic Devices, ADED (2), p.111-116.
2. Prof. Romashov Y. V., Nienova D. V. (2022). Approaches to Functional Dependencies Representation for Industrial Automation Systems Mathematical Support. Manufacturing & Mechatronic Systems, p.110-114.

УДК 004.896

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРИЛАДОБУДІВНИХ ПРИМІЩЕНЬ

Наумов М.С.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Бронніков А.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КІТАМ,

м. Харків, Україна

тел. +38(050) 689-90-13, e-mail: [mykyta.naumov@nure.ua](mailto:mykyta.naumov@nure.ua)

This work is devoted to the analysis of existing types of instrument-making facilities and their automation. Analysis of their potential and implementation methods. The importance of instrument making facilities lies in their ability to produce the highly accurate and precise instruments required for a variety of scientific, medical and engineering applications. These facilities enable the creation of complex and sophisticated tools that are not easily available on the market, ensuring that the tools meet the specific needs of the end user.

Приладобудівні приміщеннями називають приміщення, які використовуються для проектування, виробництва та випробування різних типів інструментів, що використовуються в різних галузях, таких як медицина, техніка та наука. Ці приміщення можуть варіюватися від невеликих майстерень до великих фабрик і можуть включати різноманітні інструменти та обладнання для виробництва, складання та тестування приладів (рис. 1).

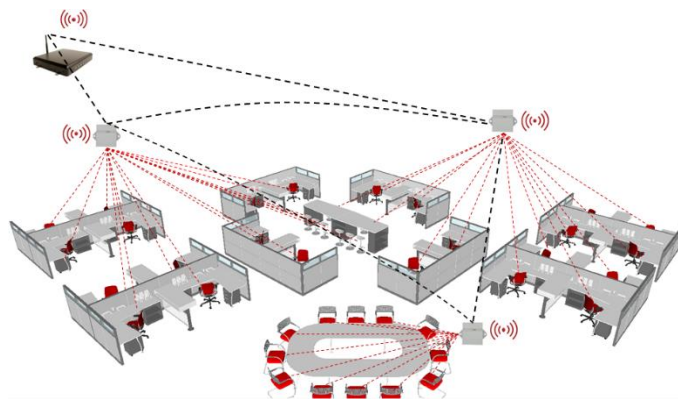


Рисунок 1 – Автоматизація приміщень

Важливість приладобудівних приміщень полягає в їх здатності виробляти високоточні та точні інструменти, необхідні для різноманітних наукових, медичних та інженерних застосувань. Ці приміщення дозволяють створювати складні та складні інструменти, які нелегко придбати на ринку, гарантуючи, що інструменти відповідають конкретним потребам кінцевого користувача. Виробництво інструментів із високою точністю має важливе значення для таких галузей, як медицина та авіакосмічна промисловість, де безпека користувачів залежить від якості інструментів.

Автоматизація виробництва – це широке застосування у виробничих процесах автоматичного та автоматизованого устаткування, у якому функції керування та контролю передані керуючим приладам та автоматичним пристроям (автоматам). Нині автомати знайшли широке застосування у промисловості, на транспорті та у побуті. Яку б функцію не виконував автомат, його робота визначається програмою – певною послідовністю дій, що попередньо задана людиною. Це – програмний автомат. Програма роботи автомата може бути закладена у його конструкції, наприклад, у вигляді кулачкового механізму, у якому кулачок складної криволінійної форми при обертанні зрушує штовхач або коромисло. У більш загальному випадку автомат реалізує складний закон керування, який може бути заданий програмою, математичною формулою, таблицею або іншим чином. При цьому автомат може виконувати функцію стабілізації (підтримування технологічного параметра на постійному рівні та компенсація шкідливих зовнішніх впливів) або стеження (зміна керованого технологічного параметра відповідно до якогось іншого параметра).

Переваги автоматизації технічних процесів:

- підвищення продуктивності обладнання;
- покращення якості продукції;
- більш економне енергоспоживання та витрачання сировини;
- можливості роботи у несприятливих умовах;
- безперервності робочого процесу;
- можливості розширення виробництва без залучення додаткового обслуговуючого персоналу.

Підвищення швидкості взаємодії всіх автоматично керованих механізмів впливає на зростання продуктивності. Точність та стабільність управління сприяють зниженню енерговитрат та оптимізації якості продукції. Таке обладнання може працювати без зупинки від кількох годин до днів та місяців. Таким чином, на якість продукції не впливає людський фактор. Використання автоматики на шкідливих виробництвах дозволяє захистити людей від систематичного контакту з небезпечним для здоров'я середовищем.

Список використаних джерел:

1. "Що таке автоматизація" [Електронний ресурс]: Режим доступу: <https://elprivod.nmu.org.ua/ua/entrant/automation.php>.
2. Bolton, W. Programmable Logic Controllers / W. Bolton // Elsevier, 2009, pp. 1–19.
3. What do Stationary Engineers and Boiler Operators Do [Електронний ресурс]: Режим доступу: [https://studentscholarships.org/salary/403/stationary\\_engineers\\_and\\_boiler\\_operators.php](https://studentscholarships.org/salary/403/stationary_engineers_and_boiler_operators.php).

УДК 681.518:004.896

## **СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ SCADA-СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ**

Прийдак О.І., Савченко О.М.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Піскаръов О.М.

Державний біотехнологічний університет, кафедра АКІТ,

м. Харків, Україна

тел. +38(057) 712-35-37, e-mail: post@btu.kharkov.ua.

This article is devoted to modern trends in the development of SCADA-systems for controlling technological processes in the elevator complex. The article discusses the basic principles of SCADA-systems, their advantages and opportunities in the control of technological processes in the elevator. In addition, the article describes the challenges and problems associated with the use of SCADA-systems at the elevator complex, as well as describes new technological solutions that help to improve the efficiency of process control at the elevator.

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) – це система керування технологічними процесами, яка призначена для управління та моніторингу роботи промислового обладнання та технологічних процесів в режимі реального часу. SCADA-системи на елеваторному комплексі використовуються для та контролю роботи технологічного обладнання, такого як сушильні установки, елеваторні машини та транспортні стрічки, а також для збору та обробки даних про майже усі технологічні процеси на елеваторі.

Сучасні SCADA системи на елеваторному комплексі мають безліч функцій і можливостей, які допомагають підвищити продуктивність та ефективність технологічних процесів. Наприклад, вони можуть автоматично регулювати швидкість роботи елеваторів і сушильних установок в залежності від рівня завантаження та інших факторів. Це скорочує час простою обладнання та знижує витрати на електроенергію.

Одним з основних напрямків розвитку SCADA-систем на елеваторному комплексі є інтеграція з іншими системами управління, такими як системи управління виробничими ресурсами (ERP) і системи управління мобільними пристроями (MDM). Це дозволяє поліпшити координацію між різними відділами елеватора і підвищити ефективність управління технологічним процесом [1].

Ще одним важливим напрямком розвитку SCADA-систем на елеваторному комплексі є збільшення кількості датчиків і пристроїв для збору даних про технологічні процеси. За допомогою таких датчиків можна отримувати більш точну й повну інформацію про технологічні процеси, що дозволяє оптимізувати їх роботу і підвищити якість продукції.

Сучасним трендом розвитку систем автоматизації є використання штучного інтелекту (AI) та машинного навчання для аналізу даних, зібраних SCADA-системами на елеваторному комплексі. Що дозволяє виявити приховані залежності між різними параметрами. За допомогою аналізу даних на основі ШІ і машинного навчання можна визначити причини відхилень від норми в роботі технологічного обладнання і спрогнозувати

можливі збої в роботі. Це дозволяє швидко реагувати на проблеми і запобігати потенційним аваріям, що значно підвищує надійність і безпеку.

Ще одним напрямком розвитку SCADA систем на елеваторних комплексах є вдосконалення аналітики даних. Сучасні SCADA системи можуть автоматично аналізувати дані, виявляти аномалії та визначати причини відхилень. Це дозволяє операторам оперативно реагувати на проблеми і вживати відповідних заходів для їх усунення.

SCADA системи мають тенденцію до підвищення їх гнучкості та масштабованості, що дозволяє легко додавати нові пристрої та датчики, а також розширювати функціонал системи відповідно до потреб конкретного елеватора. Й, як наслідок, ефективно вирішувати завдання як малих елеваторів, так і великих виробничих комплексів.

Одним з новітніх напрямків розвитку SCADA систем на елеваторному комплексі є використання технології блокчейн для забезпечення безпеки та цілісності даних. Блокчейн дозволяє створювати розподілені бази даних, які неможливо підробити або змінити без згоди всіх учасників мережі. Це гарантує, що дані про технологічні процеси на елеваторі достовірні і не піддавалися перешкодам [2].

Використання нових технологій, таких як машинне навчання і блокчейн, дозволяє значно підвищити якість управління елеватором і забезпечити стабільну роботу технологічного обладнання. Крім того, гнучкість і масштабованість сучасних SCADA систем дозволяють адаптуватися до різних умов експлуатації і вимог конкретних елеваторів.

Важливим напрямком розвитку SCADA систем на елеваторних комплексах є підвищення безпеки. Сучасні SCADA системи мають автоматично виявляти загрози безпеці, такі як зломи та кібератаки, та вживати відповідних заходів для захисту системи.

Таким чином, розробка SCADA систем на елеваторному комплексі в даний час охоплює безліч технологічних та інноваційних змін, спрямованих на підвищення ефективності, точності і безпеки всього комплексу. Використання сучасних технологій, таких як AI та машинне навчання, хмарні технології, гнучкість та модульність системи дозволяють поліпшити контроль і моніторинг процесів на елеваторі, знизити собівартість продукції, а також підвищити якість продукції. Крім того, слід враховувати ризики та загрози кібербезпеки, пов'язані з використанням SCADA систем, та вживати заходів щодо захисту системи від можливих інформаційних атак.

Список використаних джерел:

1. Piskarov O., Tymchuk S., Mirosnyk O. Determining the possibilities of optimal control of the product routing control system at the grain elevator. 10th International conference of applied science, 28 May 2022. P. 124–134.
2. Yadav G., Paul K. Architecture and security of SCADA systems: A review. International Journal of Critical Infrastructure Protection. 2021. Vol. 34. 100433. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2021.100433>. (date of access: 10.04.2023).

УДК 654.9:004.9

## **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ АВТОНОМНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ**

Юрков Д.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Чала О.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КІТАМ,  
м. Харків, Україна

тел. +38(050) 123-45-67, e-mail: danylo.iurkov@nure.ua

This work is devoted to the development of an intelligent module for the organization of autonomous signaling. This module differs from the existing ones in that it can work in the absence of wired Internet and with different communication providers.

Охоронні системи, системи відеоспостереження та сигналізації все ширше застосовуються у нашому сучасному житті. Такі системи призначені для своєчасного виявлення несанкціонованого проникнення сторонніх до об'єкта, що охороняється, і оповіщення про позаштатні ситуації, у тому числі про різні пошкодження, які можуть бути викликані стихійним, техногенним, природним лихом або нещасним випадком.

Найпоширенішими пристроями, що встановлюються охорони, є різноманітні системи сигналізації. Такі системи можуть здійснювати оповіщення про нештатні ситуації звуковими (дзвінки, сирени), світловими сигналами (сигнальні лампи, світлодіоди) або передачу сигналу на централізовані пульти охорони.

Український ринок сигналізації багатий різноманітними пристроями, що відрізняються пристроєм, комплектацією, функціями, призначеннями та ціною. Укомплектовують такі системи за бажанням замовника, який може вибрати повністю підготовлений інструментарій для забезпечення повноцінної охорони, так і індивідуальний комплект, розрахований на певні види сигналізації.

Але, незважаючи на досить широке різноманіття таких пристроїв, все одно існує проблема, що пов'язана з інтелектуалізацією та захищеністю каналів передачі зв'язку та керування.

Вирішенням проблеми може стати використання у складі вже існуючої системи сигналізації автономного модуля приймально-контрольного приладу для організації автономної або пультавої сигналізації на базі бездротових датчиків та інших пристроїв із застосуванням мереж Ethernet та 2 SIM-карт стандарту GSM

Такий модуль має дозволити підтримувати та розширити кількість пристроїв, наприклад таких як підключених пристроїв понад сто; до п'ятидесяти користувачів, які мають доступ до хабу; може використовувати більше 30 сценаріїв роботи, та моніторитися дев'ятьма групами охорони,

може обслуговувати до 50 кімнат; відеокамер або відеореєстраторів – двадцять п'ять; ретрансляторів сигналу – п'ять.

Налаштування та керування пристроєм може відбуватися за допомогою програми для мобільного гаджета на iOS або Android.

Такий інтелектуальний модуль буде взаємодіє з датчиками та іншими складовими охоронної системи за допомогою технології Jeweller на частоті 868-868.6 МГц, а також перевіряти їхню працездатність пінгами з проміжком від 12 секунд. Зв'язок планується налаштувати із пультом охорони за протоколом Contact ID, SIA. Завдяки використанню спеціального радіопротоколу Wings, є можливість передачі знімків, що забезпечує фотоверифікацію тривоги у разі швидше за відео. Електроживлення від внутрішнього блоку живлення AC 110-240В або резервного Li-Ion акумулятора ємністю 2 А/год.

Модуль є головним пристроєм у системі охоронної сигналізації будинку, квартири, дачі чи офісу. Централь призначена для координації всіх елементів системи безпеки, автоматичного інтелектуального управління охоронними процесами і моментальними оповіщеннями тривоги. Такий модуль підтримує дві SIM-картки. Використання карток різних операторів забезпечує хаб зв'язком навіть у випадку, коли одна з мереж зникає – автоматично активується друга SIM-картка.

Забезпечення безперебійності інтернет-підключення здійснюється можливістю використовувати послуги різних інтернет-провайдерів, використовуючи Ethernet для підключення до одного, стільниковий зв'язок – до другого. Навіть якщо відбудеться збій надання послуг провайдера і зникне підключення до Ethernet, Hub 2 (4G) почне використовувати мережу 4G для виходу в інтернет. При втраті покриття одного оператора зв'язку, хаб вмить переключиться на другу SIM-карту.

На відміну від існуючих систем відеоспостереження, модуль, що розробляється, здатний передавати фотопідтвердження через мережу 2G і доставляти серію знімків навіть якщо швидкість підключення буде всього 0,5 Кбіт/с.

Список використаних джерел:

1. Гіль А. Промислові інтерфейси та протоколи передачі даних інтегрованих систем для автоматизованого управління в умовах Industry 4.0 / Гіль А., Чала О., Филипенко О. // Виробництво & Мехатронні Системи 2021: матеріали V-ої Міжнародної конференції, Харків, 21-22 жовтня 2021 р.: Харків, 2021. С.127-30.

2. Шостенко С. С. Архітектура програмного забезпечення для супроводження автоматизованих систем оповіщення на виробництві / С. С. Шостенко, О. О. Чала // Виробництво & Мехатронні Системи 2022 : зб. тез. доп. VI-ої Міжнародної конференції, 21- 22 жовтня 2022 р. – Харків, 2022. – С. 115-117.

## **ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРНЕТУ NASA**

Даниленко М.М.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Чала О.О

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КІТАМ,  
м. Харків, Україна

тел. +38(050) 123-45-67, e-mail: [maksym.danylenko@nure.ua](mailto:maksym.danylenko@nure.ua)

NASA (National Aeronautics and Space Administration) is the federal agency of the United States, as it deals with advanced space, astronomy and technology development. The robot describes the technical characteristics and features of the Internet for NASA.

NASA використовує Інтернет для забезпечення співпраці між своїми працівниками, науковцями та партнерами по всьому світу. Одним з ключових елементів Інтернету NASA є супутникова мережа Tracking and Data Relay Satellite System (TDRSS), яка забезпечує постійний доступ до Інтернету та забезпечує зв'язок з космічними апаратами та Міжнародною космічною станцією.

Інтернет NASA використовується на основі стандарту TCP/IP, який забезпечує передачу даних від одного комп'ютера до іншого. Для захисту передачі даних використовуються криптографічні протоколи, такі як SSL (Secure Socket Layer) та TLS (Transport Layer Security). Ці протоколи забезпечують захист від зловмисників, які можуть намагатися зламати систему та отримати конфіденційну інформацію. Крім того, NASA використовує особливу багаторівневу аутентифікацію, що дозволяє перевірити ідентичність користувача перед наданням доступу до ресурсів.

Швидкість Інтернету NASA залежить від конкретної мережі та використовуваних технологій. У різних мережах NASA можуть бути різні рівні швидкості передачі даних в залежності від потреб користувачів та технічних можливостей мережі.

Наприклад, для «спілкування» з космічними апаратами та місіями, які перебувають на великій відстані від Землі, NASA використовує спеціальні мережі, такі як Deep Space Network. Швидкість передачі даних в таких мережах може сягати декількох кілобіт на секунду або менше, оскільки відстань між космічним апаратом та Землею може бути величезною.

У той же час, внутрішня мережа NASA, яка використовується для обміну даними та інформацією між внутрішніми користувачами, може мати швидкість від кількох мегабіт на секунду до кількох гігабіт на секунду, залежно від технічних можливостей та потреб користувачів.

Один з найважливіших аспектів використання Інтернету NASA – це співпраця між науковими групами та партнерами з різних країн. NASA використовує Інтернет для забезпечення обміну даними та інформацією з науковими інститутами та університетами по всьому світу. Це дозволяє вченим швидше здійснювати дослідження, отримувати нові знання та

розвивати нові технології. Інформація, отримана від космічних місій, дозволяє науковцям досліджувати космос та вивчати нашу планету, що є надзвичайно важливим для розвитку нашого світу.

Інтернет дозволяє науковцям швидко та ефективно знаходити інформацію про нові матеріали, що можуть бути використані для розробки космічних апаратів та обладнання.

Інтернет NASA також використовується для спілкування з громадськістю та розповсюдження інформації про космічні місії та відкриття. Організація використовує соціальні мережі та веб-сайти, щоб ділитися інформацією про космічні місії та результати досліджень з громадськістю.

У NASA проводять і координують роботи зі створення інтернету на Місяці, що стане першим кроком до Інтернету у Сонячній системі. Це буде виразно відмінна від земної схема зв'язку, оскільки дані доведеться передавати з затримкою і з об'єктів, які швидко рухаються. Крім того, зв'язок з космічними об'єктами буде піддаватися всіляким перешкодам, що накладе свої вимоги на протоколи й стандарти.

Буферизація повідомлень у такій системі потребуватиме обробки та зберігання на місці, щоб не ганяти на космічні дистанції багато непотрібної інформації. Подібні системи будуть будуватися на базі технологій прикордонних (периферійних) обчислень, які вже реалізуються на Землі. Також у майбутній мережі LunaNet значну роль будуть грати релейні станції з ретрансляції сигналу.

Отже, Інтернет NASA – це потужний інструмент та важливий інструмент для дослідження космосу та розвитку космічної промисловості.

Він дозволяє науковцям та інженерам з різних країн співпрацювати та обмінюватися даними та інформацією, що є необхідним для успішного здійснення космічних місій.

Крім того, Інтернет NASA забезпечує безпеку даних та інформації, що є надзвичайно важливим для успішного здійснення космічних місій та вивчення космосу.

Список використаних джерел:

1. Thrasher, B., Wang, W., Michaelis, A., Melton, F., Lee, T., & Nemani, R. (2022). NASA global daily downscaled projections, CMIP6. *Scientific Data*, 9(1), 262.

2. Невлюдов, І.Ш. Основи наукових досліджень [Текст]: навчальний посібник/ І.Ш. Невлюдов, Олександров Ю.М, Андрусевич І.Ш., Чала О.О.– КК НАУ м. Кривий ріг, 2017. – 344 с

3. Zhu, H., Garg, A., Yu, X. B., & Zhou, H. W. (2022). Editorial for Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI) in geotechnical engineering. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 14(4), 1025-1027.

УДК 681.5:004

## **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ ПОКАЗНИКІВ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ**

Шишко<sup>1</sup> А.Т., Кулешов Д.С<sup>2</sup>.

Науковий керівник – к.т.н, доц. Чала О.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки,

<sup>1</sup>каф. Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки,

<sup>2</sup>каф. Інфокомунікацій, Інфокомунікаційної інженерії ім. В.В. Поповського

м. Харків, Україна

тел. +38 (057) 702-14-86, e-mail: [artem.shyshko@nure.ua](mailto:artem.shyshko@nure.ua)

IoT solutions are increasingly being used in industrial and manufacturing settings to improve efficiency and productivity. In this article, the use of the ESP8266 and a web server to develop an IoT-based system for automating lighting control in a manufacturing facility is explored. By leveraging the power of dimmers and automated sensors, the system can optimize energy consumption, while also ensuring that the lighting levels are suitable for the specific tasks being performed. The result is a more efficient and productive work environment that can save both time and money for the facility.

В сучасному світі зростає значущість використання IoT-технологій для автоматизації різних процесів, включаючи виробничі. Автоматизація дозволяє підвищити ефективність та точність виконання задач, а також зменшити витрати на операції. Інтернет речей (IoT) стає все більш популярним напрямком, що використовується в промисловості для забезпечення ефективного взаємодії між різними пристроями та системами.

В ході проведеного дослідження було змодельовано інтелектуальний IoT-модуль, основною функцією якого є підвищення ефективності управління параметрами виробничим приміщенням, а також зменшення витрат на підприємстві, завдяки використанню автоматизованих пристроїв. Практичне використання інтелектуального модулю – це вимірювання освітленості ззовні приміщення і в залежності від показів з датчика освітленості, регулювання певним чином потужності, з якою працюють джерела освітлення виробничого приміщення.

Модуль оснащений пристроями-давачами та виконуючими пристроями, розгалужених по виробничому приміщенню:

– центральний модуль – це плата на базі ESP8266, що, за допомогою внутрішніх таймерів, збирає інформацію з пристроїв-датчиків і подає відповідні сигнали на виконавчі пристрої. Паралельно з цим дані відправляються до web-серверу, з інтерфейсу якого ще можливе керування виконавчими модулями;

– пристрої-датчики – це плати Arduino Uno з під'єднаним фоторезистором та датчиком параметрів повітря;

– виконавчі пристрої – плати Arduino Uno з під'єднаними до них димерами та, відповідно джерелами світла.

Димер (або регулятор освітленості) – це пристрій, що дозволяє плавно або східчасто регулювати потужність, напругу або струм, що подається на пристрій, зменшуючи або збільшуючи, у випадку розроблюваного модулю – яскравість джерела світла. Таким чином, димери дозволяють понизити витрату електроенергії та продовжити термін служби джерел світла.

Також, пристрій з датчиками буде містити під'єднаний за допомогою шини SPI, датчик атмосферних параметрів у приміщенні – BME680. Цей датчик являє собою газовий датчик, який інтегрує високолінійні та високоточні датчики газу, тиску, вологості та температури. Він спеціально розроблений для мобільних пристроїв та вбудованих пристроїв, де розмір та низьке споживання енергії є критичними вимогами. Датчик BME680 може вимірювати газу, тиск, вологість та температуру повітря. Зокрема, він може виявляти шкідливі газу, такі як леткі органічні сполуки (VOC), аміак, діоксид сірки та інші.

Сигналізація про шкідливу забрудненість повітря буде реалізована миготінням джерел освітленням.

Усі пристрої модулю, під'єднані до центрального пристрою, на базі ESP8266 за допомогою шини I2C, де датчики та виконавчі пристрої виступають у ролі «slave», а центральний модуль, відповідно, займає роль «master» у цьому зв'язку.

Уся інформація що збирається основним пристроєм з датчиків, та поточна яскравість джерел освітлення буде виведена за допомогою WEB-інтерфейсу. Також, такий підхід дозволяє керувати яскравістю в ручному режимі. Інформація, зібрана з датчика параметрів повітря теж зберігається та може бути відображена завдяки WEB-інтерфейсу. Встановлений у виробничому приміщенні, такий модуль допомагає автоматизувати процес моніторингу показників приміщення, та зменшити таким чином споживання електроенергії на підприємстві.

Список використаних джерел:

1. Невлюдов І.Ш. Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації. Підручник. Кривий Ріг: Криворізький коледж НАУ, 2017. – 444 с.

2. Шостенко С. С. Архітектура програмного забезпечення для супроводження автоматизованих систем оповіщення на виробництві / С. С. Шостенко, О. О. Чала // Виробництво & Мехатронні Системи 2022 : зб. тез. доп. VI-ої Міжнародної конференції, 21- 22 жовтня 2022 р. – Харків, 2022. – С. 115-117

УДК 621.391

## ДО ПИТАНЬ УЩІЛЬНЕННЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ СИГНАЛІВ В ІНФОКОМУКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Шрубковський Є.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Чала О.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КІТАМ,  
м. Харків, Україна

тел. +38(050) 123-45-67, e-mail: [yevhen.shrubkovskiy@nure.ua](mailto:yevhen.shrubkovskiy@nure.ua)

This work is devoted to tell what non-stationary is, show the problem of compressing non-stationary signals to increase the efficiency of telecommunication systems and find a few ways to solve it.

Останні десятиліття з дуже швидким та інтенсивним розвитком усіх засобів передачі інформації відбувається стрімке зростання мереж бездротового зв'язку, оскільки вони стають все більше й більше затребуваними в різних промислових, цивільних, військових та інших сферах.

Для ефективного функціонування систем безпроводного доступу перспективним і поширеним сьогодні є застосування шумоподібних сигналів, а для нарощення кількості каналів обміну даними необхідним є розроблення ефективних методів ущільнення таких сигналів.

Нестаціонарний сигнал – це сигнал, який змінює свої статистичні характеристики з часом. Для нестаціонарних сигналів значення амплітуди, частоти, фази та інших характеристик можуть змінюватися в часі або відносно деякої точки спостереження.

Нестаціонарні сигнали можуть мати різноманітні форми, наприклад, можуть бути періодичними, аперіодичними, детермінованими, стохастичними, або комбінацією цих форм.

При роботі з нестаціонарними сигналами, важливо розрізняти їхні різні характеристики та враховувати їхні зміни в часі, оскільки це може сильно вплинути на результати аналізу та обробки сигналу.

У системах радіодоступу, як і в усіх інших системах радіозв'язку, гостро стоїть питання максимального підвищення ефективності використання наявних ресурсів з метою їх заощадження та/або одночасного обслуговування більшої кількості абонентів при використанні тієї ж кількості доступних ресурсів, зокрема виділеної смуги частот  $\Delta F$ , пропускної здатності мережі, енергетичних, матеріальних, фінансових та інших.

Всі ці ресурси є взаємозалежними та визначаються специфікаціями обладнання систем радіодоступу. Найважливішу роль забезпечення ефективності доступних радіоресурсів відіграють методи їх розподілу між усіма абонентськими станціями, які входять у систему.

Основними способами розподілу радіоресурсу є частотний поділ, часовий поділ, кодовий поділ, просторовий поділ, поляризаційний поділ та поділ, що використовує їх комбінації.

Ефективність методів поділу каналів оцінюється максимальною кількістю одночасно діючих абонентів та використанням пропускної спроможності. Найпростішими системами є одноканальні, однак більш поширеними є багатоканальні, в яких для досягнення максимальної пропускної спроможності використовується стиснення або ущільнення даних різними алгоритмами, їх розділення на декілька підканалів та їх розпаковка у приймача, що задіює більше процесорних ресурсів, але збільшує можливий обсяг переданих даних. Від цього в значній степені залежить ефективність функціонування усієї системи та її собівартість. Оптимальними вважаються алгоритми адаптивного часового та кодового ущільнення, що зазвичай використовуються в сучасних системах зв'язку.

Система багатоканальної передачі з ортогональними і лінійно-незалежними сигналами потребують для нормальної роботи тієї чи іншої синхронізації: точного збігу спектра сигналу зі смугою пропускання при частотному розділенні каналів, точного збігу часових інтервалів передачі сигналів окремих каналів при часовому розділенні каналів тощо.

За своїми властивостями майже ортогональні сигнали наближаються до білого шуму, тому часто називають шумоподібними: їх кореляційні функції і спектральні щільності потужності близькі до аналогічних характеристик квазібілого шуму. Найбільш поширеним прикладом технічної реалізації майже ортогональних шумоподібних сигналів можуть бути певним чином сформовані псевдовипадкові послідовності дискретних, зокрема, двійкових радіоімпульсів.

Було розглянуто деякі питання, що стосуються задач аналізу принципів технічної реалізації та ефективності часового ущільнення нестационарних джерел, принципів технічної реалізації та ефективності кодового ущільнення нестационарних джерел а також аналіз ефективності кодового ущільнення нестационарних джерел.

Список використаних джерел:

1. Гіль А. Промислові інтерфейси та протоколи передачі даних інтегрованих систем для автоматизованого управління в умовах Industry 4.0 / Гіль А., Чала О., Филипенко О. // Виробництво & Мехатронні Системи 2021: матеріали V-ої Міжнародної конференції, Харків, 21-22 жовтня 2021 р.: Харків, 2021. С.127-30.

2. Малик Б.О. Підвищення ефективності роботи оптоволоконних ліній зв'язку в умовах впливу зовнішніх факторів оточуючого середовища / Б.О. Малик, О.В. Токарева, С.Б. Малик-Заморій// II Міжн. нук.-техн. конф. «Виробництво & Мехатронні системи» (M&MS-2018). – Харків, 2018. – 2018. – С. 111–115.

## ФОРМАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ РЕІНЖИНІРИНГУ ВНУТРІШНЬОЗАВОДСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ

Чернишенко О.В.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Безкоровайний В.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КІТАМ,  
м. Харків, Україна

тел. +38(099) 478-19-67, e-mail: [oleksandr.chernyshenko@nure.ua](mailto:oleksandr.chernyshenko@nure.ua).

The work involves conducting a comprehensive examination of the logistics operations within the enterprise. This enables the identification and formalization of tasks for managing the enterprise's transportation services, which are designed to establish more efficient cargo transportation schemes. By implementing a well-structured in-house logistics system, businesses can effectively minimize their production expenses while simultaneously enhancing their overall productivity levels. In this regard, the choice of ways and means of improving the management of intra-plant logistics processes is of particular relevance.

Умови конкуренції орієнтують сучасні виробничі компанії на необхідність швидких змін номенклатури й обсягів виробництва. Це потребує швидкого переналагодження технологічних процесів і відповідних змін внутрішньозаводської логістики. При виникненні суттєвої невідповідності поточним вимогам виробництва здійснюється реінжиніринг логістичної системи підприємства. Метою реінжинірингу є оптимізація логістичних процесів підприємства з урахуванням існуючих ресурсів для зберігання і транспортування сировини, комплектуючих, готової продукції. Реінжиніринг логістичної мережі передбачає вирішення комплексу задач її структурної, параметричної, топологічної, технологічної, оптимізації, включаючи багатофакторну оцінку та вибір системних рішень [1]. Метою дослідження є формалізація задачі реінжинірингу внутрішньозаводської логістики.

Введемо позначення [2]:  $X$  – множина вхідних змінних;  $Y$  – множина вихідних змінних;  $U$  – множина змінних керуючого впливу. Замовлення на перевезення вантажів будемо розглядати як складові множини вхідних змінних:  $X = \{z_i\}, i = \overline{1, n}$  (де  $z_i$  –  $i$ -те замовлення на перевезення;  $n$  – кількість замовлень). Кожне замовлення  $z_i$  характеризується: часом доставки  $t_i$ ; обсягом вантажу  $v_i$ ; типом вантажу  $q_i$ ; пунктом відправлення  $a_i$ , кінцевим пунктом перевезення  $b_i$ . З урахуванням цього інформація щодо  $i$ -го замовлення може бути подана у вигляді:  $z_i = (t_i, v_i, q_i, a_i, b_i)$ .

Позначимо множину видів транспорту, що можуть бути використані для перевезення різних вантажів як  $T = \{T_j\}, j = \overline{1, l}$ ;  $T_j = \{t_{jg}\}, g = \overline{1, d}$  (де

$T_j$  – множина транспортних засобів  $j$ -го виду;  $t_{jg}$  –  $g$ -й транспортний засіб  $j$ -го виду;  $l$  – кількість видів транспорту;  $d$  – кількість транспортних засобів  $j$ -го виду).

Зазвичай існують різні способи перевезення вантажу з пункту  $a$  в пункт  $b$ . Позначимо множину маршрутів, що сполучають початковий і кінцевий пункти як  $M_{ab} = \{m_c^{ab}\}$ ,  $c = \overline{1, k}$  (де  $m_c^{ab}$  –  $c$ -й маршрут, що сполучає пункти  $a$  та  $b$ ;  $k$  – кількість маршрутів). Як складові множини вихідних змінних виступають результати роботи відділу транспортного забезпечення з пошуку оптимального маршруту  $Y = \{h, s\}$  (де  $h$  – вартість перевезення вантажу;  $s$  – сумарний чи максимальний час перевезення).

В якості керуючих змінних в моделі системи керування перевезеннями виступають вид транспортного засобу  $t_j$ , що використовується для перевезення, та маршрут  $m_c^{ab}$  транспортування з пункту  $a$  в пункт  $b$ :  $U = \{t_j, m_c^{ab}\}$ .

Задача оперативного керування внутрішньозаводською логістикою передбачає своєчасне і безперебійне матеріальне забезпечення виробничих цехів та складських служб таким чином, щоб витрати на транспортування  $h$  та час на доставку вантажу  $s$  були мінімальними [2]:

$$k_1(X, T, M_{ab}) = h(X, T, M_{ab}) \rightarrow \min; \quad k_2(X, T, M_{ab}) = s(X, T, M_{ab}) \rightarrow \min. \quad (1)$$

Для одночасної оптимізації за двома показниками (1) пропонується використати адитивну модель якості варіантів, у якій використовуються нормовані значення витрат  $\bar{k}_1(X, T, M_{ab})$  і часу  $\bar{k}_2(X, T, M_{ab})$ :

$$P(X, T, M_{ab}) = \sum_{i=1}^2 \lambda_i \bar{k}_i(X, T, M_{ab}) \rightarrow \max. \quad (2)$$

де  $\lambda_1$  і  $\lambda_2$  – вагові коефіцієнти показників витрат і часу транспортування.

В задачі (2) враховуються обмеження на максимальний час транспортування, вартість перевезення та кількість транспортних засобів.

Запропонована формалізація двокритеріальної задачі реінжинірингу системи перевезень дозволить підвищити ефективність системи внутрішньозаводської логістики. Напрямом подальших досліджень може бути розробка методів оптимізації маршрутів внутрішньозаводських перевезень.

Список використаних джерел:

1. Beskorovainyi, V., & Sudik, A. (2021). Optimization of topological structures of centralized logistics networks in the process of reengineering. *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, (1 (15)), 23-31.
2. Шептура, О. О., & Дядик, Л. С. (2012). Задачі управління транспортним забезпеченням підприємства. *Штучний інтелект*, 387-391.

## КОМП'ЮТЕРНЕ ЗОРОВЕ СПРИЙНЯТТЯ

Остапенко І.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Бронніков А.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КІТАМ,

м. Харків, Україна

тел. +38(097) 867-57-53 , e-mail: [ihor.ostapenko@nure.ua](mailto:ihor.ostapenko@nure.ua)

This work is devoted to computer vision, namely what is computer vision, typical tasks, as well as specialized tasks based on recognition, system methods. A classic problem in computer vision, image processing, and machine vision is to determine whether a given image contains a particular object, function, or action.

Комп'ютерне зорове сприйняття – це галузь науки, яка вивчає методи та алгоритми обробки зображень, що дозволяють комп'ютеру аналізувати та розуміти зображення так само, як і людина. Комп'ютерне зорове сприйняття є важливим елементом багатьох сучасних технологій, таких як автономні автомобілі, системи безпеки, медичні дослідження та інші.

Класична проблема комп'ютерного зору, обробки зображень і машинного зору полягає в тому, щоб визначити, чи містять дані зображення певний об'єкт, функцію чи дію. У літературі описані різні різновиди проблеми розпізнавання [2] (рис. 1).

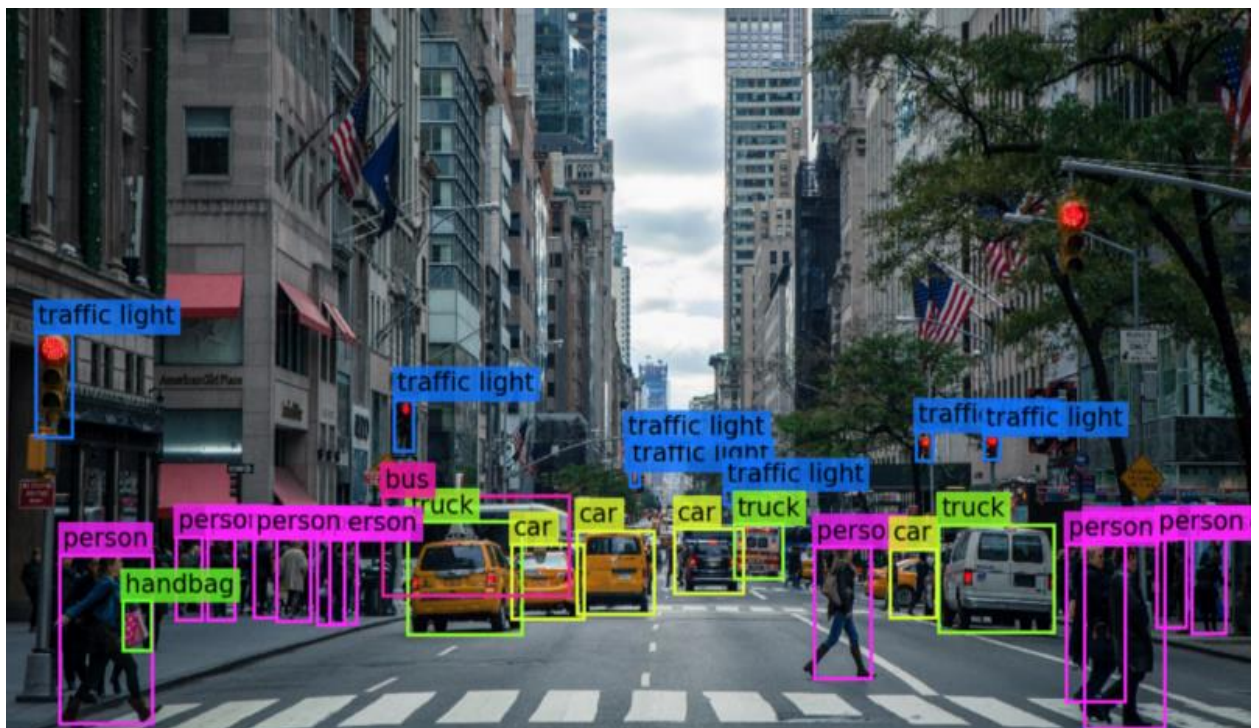


Рисунок 1 – Приклад використання комп'ютерного зору

Типові завдання, що вирішує система комп'ютерного зору:

- розпізнавання об'єктів (також називається класифікацією об'єктів)
- можна розпізнати один або кілька попередньо визначених або вивчених об'єктів або класів об'єктів;
- ідентифікація – розпізнається окремий екземпляр об'єкта;
- виявлення – дані зображення скануються для певних умов.

Існує кілька спеціалізованих завдань, заснованих на розпізнаванні, наприклад:

- пошук зображень на основі;
- оцінка положення або орієнтації конкретного об'єкта відносно камери;
- оптичне розпізнавання символів (ОПС);
- зчитування 2D-кодів, таких як матриця даних і QR-коди;
- розпізнавання обличчя;
- технологія розпізнавання форм (ТРФ) у системах лічильників людей, які відрізняють людей (схеми голови та плечей) від об'єктів.

Організація системи комп'ютерного зору сильно залежить від прикладних програм. Багато функцій є унікальними для програми. Проте є типові функції, які є в багатьох системах комп'ютерного зору:

а) отримання зображення – цифрове зображення створюється одним або декількома датчиками зображення, які, окрім різних типів світлочутливих камер, включають датчики дальності, томографічні пристрої, радари, ультразвукові камери тощо;

б) попередня обробка – необхідно обробити дані, щоб переконатися, що вони задовольняють певні припущення, які передбачає метод;

в) вилучення функцій – із даних зображення витягуються функції зображення різного рівня складності [1];

г) високорівнева обробка – на цьому етапі вхідними даними зазвичай є невеликий набір даних, наприклад набір точок або область зображення, яка, як передбачається, містить певний об'єкт.[1]

д) прийняття рішень – прийняття остаточного рішення, необхідного для заявки [1].

Список використаних джерел

1. E. Roy Davies. Machine Vision: Theory, Algorithms, Practicalities / E. Roy Davies, Morgan Kaufmann // Elsevier publishing, 2005, 912 p.
2. Forsyth, David. Computer vision: a modern approach / David Forsyth, Jean Ponce // (Pearson Education, Inc, 2012, 793 p.

УДК 681.58:004.9

## АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ МОНІТОРИНГУ ВИРОБНИЧИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Шахрай Р. Р.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Безкоровайний В.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КІТАМ,  
м. Харків, Україна

тел. +38(063) 670-74-72, e-mail: [roman.shakhray@nure.ua](mailto:roman.shakhray@nure.ua).

The paper focuses on the study of the problem of monitoring production processes at an enterprise in the context of implementing Industry 4.0 norms and standards. To achieve this goal, we review and analyze existing solutions. This process helps to identify the disadvantages and advantages of various monitoring tools and identify areas for further research and improvement of existing methods. The main goal is to develop more rational schemes for collecting and processing production data that will ensure more efficient and accurate monitoring of production at the enterprise in the context of Industry 4.0. Thus, the work is aimed at improving the process of monitoring production processes in order to increase the efficiency and quality of production at the enterprise.

Характерною особливістю сучасних виробничих технологічних процесів є широке застосування інформаційних технологій та засобів автоматизації, починаючи з сенсорних мереж і закінчуючи роботизованими системами з автоматичним керування. Дослідження і практика в цій області призвели до створення концепції наступного етапу розвитку виробництва, який називають технологічною революцією Industry 4.0. Фундаментальна ідея Industry 4.0 полягає у комп'ютеризації виробничих процесів з використанням концепцій кібер-фізичних систем та IoT (Internet of Things) для переходу до «виробництва майбутнього» [1].

Для успішної роботи автоматизованих виробничих систем необхідно забезпечення перевірки людиною стану виробничих процесів, що здійснюється з використанням систем моніторингу.

У галузі промислової автоматизації та контрольних систем існує множина систем різних типів контролю [2]. Серед відкритих програмних рішень у сфері моніторингу і контролю промислових систем до числа найбільш поширених відносять такі проекти як OpenNMS (Open Network Monitoring System), Icinga, Apache NiFi, Node-RED. Вони дозволяють збирати, обробляти та поширювати дані між різними джерелами та приймачами, створювати власні потоки даних для автоматизованої обробки інформації та контролю виробництва. Деякі з цих систем мають широкі можливості масштабування, можуть використовувати ресурси хмарних обчислень і взаємодіяти з глобальною мережею Інтернет. Вони є досить гнучкими, оскільки використовують різні шаблони для

представлення різних типів пристроїв. Найбільш популярними платними рішеннями є Siemens Digital Industries Software, IBM Maximo, Wonderware, які дозволяють також відстежувати та контролювати різні аспекти виробництва, включаючи витрати на енергію, безпеку, утримання та ремонт обладнання, ефективність виробництва.

До недоліків наведених систем можна віднести вимогливість до кваліфікації працівника, що займатиметься встановленням та налаштуванням цих систем, оскільки такі рішення, як наприклад OpenNMS або Node-RED потребують знань мережевих протоколів або досвіду програмування на JavaScript. До їх недоліків слід віднести низьку швидкість опитування (polling) мережевих пристроїв, використання різноманітних вхідних та вихідних джерел даних, обмежену кількість одночасних підключень до бази даних та обробки даних [2].

З огляду сучасного стану проблеми реалізації моніторингу виробничих процесів зрозуміло, що стек існуючих засобів є досить обширним, проте він потребує подальшого дослідження і вдосконалення, з метою вирішення вищезгаданих проблем.

Існує необхідність проведення досліджень у сфері застосування існуючих інструментів до конкретних технологічних процесів, з метою виявлення недоліків та побудови універсальних моделей для типових виробничих процесів. Доцільно також провести дослідження методів моделювання, які використовуються при розробці автоматизованих систем моніторингу виробничих процесів.

Розв'язання проблеми моніторингу виробничих технологічних процесів є важливою умовою, яка передує вирішенню завдання комплексної автоматизації виробництва. За результатами проведеного аналізу існуючих рішень, можна зробити висновок, що задача моніторингу виробництва характеризується значною варіативністю можливих рішень, у залежності від використовуваних технологій (хмарне обчислення, глобальні і локальні мережі тощо). Самі ж методи та засоби вирішення цієї задачі потребують удосконалення, з огляду на адаптацію цих інструментів до конкретних виробничих процесів та проблеми складності їх встановлення та налаштування.

Список використаних джерел:

1. Євсєєв, В. В., Андрусевич, А. О., & Власенков, Д. П. (2020). Аналіз концепції Industry 4.0 в технології ІІОТ. Технологія приладобудування, (1), С.64-68.

2. Сторожук, В. А., & Вісковатов, М. А. (2022). Автоматизовані системи моніторингу виробничих процесів. Збірник студентських наукових статей «Автоматизація та приладобудування». Випуск 2, 76-83.

УДК 681.5:620.91

## **ОПИС ПРОБЛЕМАТИКИ СТВОРЕННЯ ДОДАТКУ МАПИ ДОПОМОГИ ПОШУКУ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

Веснянка В. О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Демська Н.П.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КІТАМ,  
м. Харків, Україна

e-mail: vladyslav.vesnianka@nure.ua.

The work includes an analysis of the problem of developing a help map with the search for sources of electricity. This will make it easier to find sources of electricity nearby if necessary, no matter what country or region you are in.

У сучасному світі, пристрої, які працюють на батареях, стали невід'ємною частиною життя, людство дедалі більше залежить від джерел електроенергії для того, щоб заряджати свої пристрої.

У час, непростий для всього населення України, виникають проблеми з відключенням світла або неможливістю його використання. У разі відключення світла на короткий або довгий термін та у разі виходу зі строю електростанцій або проводів виникає необхідність дізнатись де саме у вашому місті або неподалік від вас знаходиться джерело електроенергії [1]. Тут на допомогу може прийти мапа допомоги з пошуку джерел електроенергії. Розроблювальна мапа повинна відображати всі місця, де є джерело електроенергії під час відключення світла, а також користувач повинен мати можливість самостійно створювати точку на мапі з джерелом електроенергії (наприклад, у себе вдома), або точку з інформацією про потребу в електроенергії.

Створення такої мапи має велику актуальність у наш час, оскільки дає можливість користувачам швидко і зручно знайти місце для зарядки свого пристрою. Крім того, вона може бути корисною для тих, хто займається розробкою нових технологій та додатків, що пов'язані з електроенергією.

Мапа допомоги з пошуку джерел електроенергії може допомагати звичайним людям, що використовують у повсякденному житті периферійні гаджети, це дуже корисно для людей які часто подорожують, або бувають в місцях, коли не знають де можливо зарядити пристрій. Використання такої мапи може бути дуже корисно, у випадках, коли заряджений пристрій необхідний для виконання якоїсь роботи, або важливо бути завжди на зв'язку.

Така мапа може містити різноманітну інформацію, наприклад, місцезнаходження зарядних станцій, ціна зарядки (якщо є), типи розеток, що використовуються, кількість розеток для зарядки, та інші важливі дані. Така мапа, може оновлюватися та поповнюватися за допомогою користувачів, що робить її більш корисною та актуальною на кожен день.

Мапа допомоги також може бути корисною для людей, які хочуть зекономити час та знайти місце для зарядки гаджету неподалік від свого місця перебування. Наприклад, якщо людина знаходиться в аеропорту та має тільки кілька годин до вильоту свого літака, то можливість знайти місце для зарядки свого гаджету може бути вирішальною.

Узагалі, розробка мапи допомоги з пошуку джерел електроенергії є важливою задачею, яка повинна забезпечити комфортніші умови для користування пристроями та у майбутньому сприятиме розвитку електромобільності та електронезалежності. Крім того, з ростом популярності електромобілів, зарядні станції стають все більш доступними і широко поширеними. Мапа допомоги може також допомогти знайти зарядну станцію для електромобіля та периферійних гаджетів в одному місці.

Нарощування кількості електромобілів та інших пристроїв, що працюють на батареях, є тенденцією сучасного світу. Міжнародне енергетичне агентство (IEA), провело аналіз світового ринку електромобілів, ґрунтуючись на продажах електрифікованих автомобілів у 2021 році. За результатами роботи встановлено, що електромобілі придбали більш ніж удвічі, ніж у попередньому (2020) році: з 3,1 мільйона до 6,6 мільйона одиниць. Ця тенденція ще більше посилює необхідність забезпечення достатньої кількості джерел електроенергії для зарядки пристроїв [2].

Крім того, у багатьох країнах відбувається перехід до використання більш екологічних джерел енергії, таких як вітроенергія та сонячна енергія. Це може призвести до зміни розташування та типу джерел електроенергії, що будуть використовуватися для зарядки пристроїв. Тому створення мапи допомоги з пошуку джерел електроенергії для зарядки пристроїв може допомогти забезпечити необхідну інформацію користувачам та сприяти розвитку більш екологічних джерел енергії [3].

Список використаних джерел:

1. Mao, H., Thakur, G., Sparks, K., Sanyal, J., & Bhaduri, B. (2019). Mapping near-real-time power outages from social media. *International Journal of Digital Earth*, 12(11), 1285-1299.
2. Gupta, A., & Kumar, H. (2022). Multi-dimensional perspectives on electric vehicles design: A mind map approach. *Cleaner Engineering and Technology*, 100483.
3. Hunt, A., & Specht, D. (2019). Crowdsourced mapping in crisis zones: collaboration, organisation and impact. *Journal of International Humanitarian Action*, 4(1), 1-11.

УДК 681.5:004.415.2

## **ОПИС ПРОБЛЕМАТИКИ РОЗРОБКИ ФРЕЙМВОРКУ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ ВЕБ-ДОДАТКІВ**

Тарасенко Д. П.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Демська Н.П.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КІТАМ,  
м. Харків, Україна

e-mail: denistarasenko42@gmail.com

The work includes the creation of testing that significantly increases the quality of defect detection during automated software testing and minimizes costs for its configuration, saves hours and resources spent on testing, and reduces the risks of releasing a low-quality product to the market.

Створення фреймворку для автоматизованого тестування включає визначення функціональних і нефункціональних вимог до програмного продукту, що тестується, а також вибір інструментів, які будуть використовуватися для розробки фреймворку. Далі вам потрібно визначити структуру фреймворку та його компонентів, таких як тестові модулі, об'єкти, методи, функції та класи.

Одним із основних компонентів фреймворку є тестовий модуль, який відповідає за виконання тестових сценаріїв. Фреймворки можна створювати за допомогою різних мов програмування, таких як Python, Java, C# тощо. Обрана мова програмування повинна підтримувати такі важливі функції, як робота з базами даних, забезпечення паралельного виконання тестів, використання веб-інтерфейсів тощо.

Створення середовища для автоматизованого тестування передбачає визначення базових класів тестів, таких як збереження тестів, набори тестів, тестові сценарії. Базовий клас слід розширити для підтримки конкретних вимог тестування продукту. Наприклад, якщо ви тестуєте веб-програму, ви можете створити клас для обробки веб-інтерфейсу. [1]

Створення базових класів тестів, таких як тестові випадки, набори тестів і класи тестових випадків, є ще одним важливим кроком у розвитку інфраструктури. Ці базові класи повинні бути розроблені гнучкими та розширюваними, щоб їх можна було адаптувати до конкретних потреб проекту. Наприклад, якщо ваш проект передбачає тестування веб-програми, ви можете додати клас веб-інтерфейсу до базового класу для обробки взаємодії з веб-інтерфейсом. Тестовий фреймворк також повинен включати механізми керування тестовими даними. Тестові дані можуть зберігатися в базі даних або у файлах. Тестові дані повинні бути гнучкими, розширюваними, щоб можна було легко змінювати в міру зміни вимог тестованого програмного забезпечення. [2]

Нарешті, тестова структура повинна включати механізм для керування тестовим середовищем. Тестове середовище включає апаратне

забезпечення, програмне забезпечення та мережеву інфраструктуру, необхідну для виконання тестів. Структура тестування має бути гнучкою та розширюваною, щоб адаптуватися до різних середовищ тестування.

Ось декілька головних причин, чому фреймворки для автоматизованого тестування є настільки важливими для процесу розробки програмного забезпечення:

1. Зниження часу тестування: Фреймворки дозволяють автоматизувати тестовий процес, що дозволяє знизити час виконання тестів та скоротити час розробки продукту.

2. Зниження витрат на тестування: Фреймворки дозволяють знизити витрати на тестування, так як зменшуються витрати на виконання тестів вручну.

3. Підвищення якості продукту: Фреймворки дозволяють забезпечити повне тестове покриття продукту, що допомагає знайти більше помилок та виправити їх до випуску продукту.

4. Автоматизація тестування: Фреймворки дозволяють автоматизувати процес тестування, що дозволяє виконувати тести швидше та ефективніше.

5. Підтримка різних мов програмування: Фреймворки підтримують різні мови програмування, що дозволяє програмістам використовувати їх зручно з різними програмними продуктами.

6. Забезпечення повторюваності тестів: Фреймворки дозволяють зберігати тестові сценарії та виконувати їх багаторазово, що забезпечує повторюваність результатів тестування.

7. Швидкість виявлення помилок: Фреймворки дозволяють виявляти помилки раніше та швидше, що дозволяє виправити її.

Підсумовуючи, створення автоматизованої системи тестування є складним процесом, який вимагає глибокого розуміння принципів розробки програмного забезпечення та тестування. Структура має бути гнучкою та розширюваною, щоб її можна було адаптувати до конкретних потреб проекту. Структура повинна містити різні компоненти, включаючи тестові модулі, тестові базові класи, керування тестовими даними та керування тестовим середовищем. Дотримуючись цих вказівок, тестувальники можуть створювати надійні та ефективні автоматизовані системи тестування, які допомагають їм покращувати якість своїх програмних продуктів.

Список використаних джерел:

1. Устенко, Юлія Тарасівна. Система автоматизації тестування фреймворків Web-порталу. BS thesis. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019.

2. Нікітченко, Ярослав Юрійович. "Створення фреймворку для автоматизованого тестування веб-застосунку." (2021).

УДК 621.396

## **КОРЕКЦІЯ ІНТЕРВАЛУ ДИСКРЕТИЗАЦІЇ ЧАСОВОГО РЯДУ ВИМІРІВ ПАРАМЕТРА В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦІЇ**

Морозов М.Р.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Абраменко І.Г.  
Державний біотехнологічний університет, каф. АКІТ,  
м. Харків, Україна

тел. +38(098) 904-95-68, e-mail [simba\\_aig@ukr.net](mailto:simba_aig@ukr.net)

In the work, a study of the proposed method of choosing the discretization interval of the time series of technological process parameter measurements for automation systems in the presence of interference, which takes into account the frequency characteristics of this series, was carried out using simulation modeling methods. The possibility of applying the discrete Fourier transformation to ensure the necessary accuracy of obtaining measurement information has been confirmed.

Вимір технологічних параметрів в системах автоматизації реалізуються за допомогою вимірювальних каналів, що представляють собою конструктивно або функціонально виділену частину інформаційної системи. Інформаційна система виконує послідовність операцій від сприйняття вимірюваної величини до одержання результату її вимірів, який відображається числом або відповідним йому кодом.

Більшість сигналів у системах автоматизації мають аналогову природу. Ввести такий сигнал у комп'ютер і обробити його неможливо, тому що на будь-якому інтервалі часу він має нескінченну безліч значень. Тому в системах цифрової обробки сигнал представляється в дискретному цифровому вигляді. Цифровий сигнал отримується з аналогового шляхом його дискретизації за часом з кроком  $\Delta t$ , квантування за рівнем і кодування.

Крок дискретизації за часом може бути визначений за теоремою відрахунків Котельникова, яка стверджує, що аналоговий сигнал, що має обмежений частотний спектр, може бути однозначно й без втрат відновлений по своїм відрахункам, узятим із частотою дискретизації  $f_d$ , яка повинна бути не меншою подвоєної максимальної частоти спектра  $f_{\max}$ . Відповідно до цієї теореми значення  $\Delta t$  необхідно вибирати не більше півперіоду частоти  $f_{\max}$ .

Однак теорема відрахунків сформульована для випадку, коли сигнал почався нескінченно давно і ніколи не закінчується, а також не має точок розриву. Реальні сигнали не відповідають цим умовам, тому що вони кінцеві за часом і звичайно мають розриви в часовій реалізації. Тому в кожному конкретному випадку доводиться шукати компромісне рішення,

виходячи з характеру сигналу, необхідної точності його відновлення, характеристик застосовуваного згладжуючого фільтра і інших факторів.

Усе це приводить до того, що в реальних системах автоматизації частота дискретизації емпірично вибирається в  $k$  разів вище частоти  $2f_{\max}$ . Чітких критеріїв визначення величини  $k$  для конкретного часового ряду в літературних джерелах в даний час не існує.

Для визначення інтервалів дискретизації вимірювального сигналу використовуємо його частотне представлення, яке можна одержати, скориставшись методами гармонійного аналізу. Пропонована методика ґрунтується на порівняльному аналізі результатів використання дискретного перетворення Фур'є для двох сигналів - згладженого цифрового сигналу і відфільтрованого шуму.

Для визначення кроку дискретизації за часом для конкретного вимірюваного параметра пропонується визначати оптимальну величину кроку дискретизації шляхом порівняння амплітуд гармоніки максимальної частоти спектра  $f_{\max}$  в названих складових вимірювального сигналу.

Враховуючи стандартну точність систем автоматичного керування, можна сформулювати наступний критерій визначення  $\Delta t$  - доля амплітуди гармоніки максимальної частоти спектра в відфільтрованому шумі повинна складати не більше 5% амплітуди цієї ж гармоніки в згладженому сигналі.

Для перевірки запропонованого критерію і порівняння його ефективності з відомими підходами була розроблена імітаційна модель вимірювального каналу засобами програми Matlab, яка включає всі етапи первинної обробки вимірювальних сигналів.

Аналіз одержаних результатів показує, що оптимальне значення  $\Delta t$  при  $f_{\max} = 0,05-0,5$  Гц варіюється в межах 0,005-0,063 с, а кількість відрахунків на період максимальної частоти - в межах 300-406.

Отримані аналітичні залежності інтервалу дискретизації часового ряду вимірів від максимальної частоти спектра сигналу і коефіцієнта запасу в формулі Котельникова при похибці 5%.

Запропонована програмна реалізація методики може бути використана для любых реальних вимірюваних сигналів шляхом заміни в програмі значень тестового сигналу на значення реального сигналу.

Список використаних джерел:

1. Ельперін І. В., Пупена О. М., Сідлецький В.М., & Швед С. М. (2015). Автоматизація виробничих процесів. Ліра.
2. Пупена О. М., Ельперін І. В., & Луцька О. М. (2011). Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах. Ліра.
3. Айфичер Э. (2004). Цифровая обработка сигналов. Практический подход. Питер.

УДК 681.5:656

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЗАДАЧ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ РУХУ ТРАНСПОРТУ**

Маслов О.А.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Демська Н.П.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КІТАМ,  
м. Харків, Україна

тел. +380967936373, e-mail: oleksandr.maslov1@nure.ua

This work deals with the development of an automated traffic control system. The importance of such systems for improving traffic efficiency and reducing accidents is discussed. The structure and functions of the system, including sensors, controllers, and software, are described. The problems that must be solved in order to create an effective traffic management system are given.

Транспорт забезпечує швидке та зручне пересування людей та вантажів, однак, зростаюча кількість транспортних засобів призводить до загострення проблем безпеки на дорогах та погіршення екологічної ситуації. Розроблення автоматизованої системи контролю руху транспорту є одним з важливих кроків у розв'язанні цих проблем.

Основними завданнями системи контролю руху транспорту є забезпечення безпеки руху на дорозі (для цього використовуються різні технології, такі як системи відеоспостереження, датчики руху та інші.) та покращення ефективності дорожнього руху.

Розвиток інтелектуальних транспортних систем є однією з перспективних напрямків в розвитку транспортної інфраструктури. Інтелектуальні транспортні системи дозволяють забезпечити автоматичне керування транспортом та забезпечити високу точність контролю руху транспорту.

Для визначення місцезнаходження транспортних засобів можна використовувати глобальну позиційну систему (GPS). Однак, ця система має недостатню точність в зонах з високою забудованістю та обмежена пропускна здатність в мережі. Тому, для більш точного визначення місцезнаходження транспортних засобів можна використовувати комбінований підхід, який включає в себе використання GPS та інших сучасних технологій.

Однією з таких технологій є технологія Radio Frequency Identification (RFID), яка дозволяє безконтактно ідентифікувати транспортні засоби. Для цього на транспортний засіб встановлюється спеціальний пристрій, що містить RFID-мітку, яка зчитується з використанням радіохвиль. Це дозволяє точно визначити місцезнаходження транспортного засобу та забезпечити його контроль на всіх етапах руху.

Крім того, для автоматизації процесу контролю руху транспорту можна використовувати системи відеоспостереження. Вони дозволяють в режимі реального часу відстежувати рух транспорту, фіксувати порушення ПДР та здійснювати дистанційний контроль за рухом транспорту.

Для розроблення автоматизованої системи контролю руху транспорту потрібно вирішити кілька проблем.

Перша проблема – це вибір необхідного обладнання для встановлення на транспортні засоби. Для цього потрібно провести дослідження різних типів обладнання і обрати найбільш ефективний варіант.

Друга проблема – це збір та обробка даних, що надходять від обладнання. Для цього потрібно розробити програмне забезпечення, яке б збирало та аналізувало інформацію про рух транспорту.

Третя проблема – це взаємодія з іншими системами контролю руху транспорту. Для того, щоб система працювала ефективно, вона повинна бути інтегрована з іншими системами контролю руху, наприклад, з системою моніторингу дорожньої ситуації.

Четверта проблема – це забезпечення захисту даних, які надходять від обладнання та зберігаються в системі. Для цього потрібно розробити систему безпеки, яка захистить дані від несанкціонованого доступу.

Остання проблема – це визначення вартості розробки та впровадження системи. Для цього потрібно провести економічний аналіз і визначити, чи буде система рентабельною.

Успішне вирішення цих проблем дозволить створити ефективну та безпечну систему контролю руху транспорту, яка зможе покращити безпеку дорожнього руху та зменшити кількість аварій на дорогах.

Для реалізації даного проекту необхідно врахувати ряд факторів, таких як вибір технічних засобів, розробка програмного забезпечення, налагодження взаємодії між системою та транспортними засобами, забезпечення захисту даних тощо.

Отже, розробка автоматизованої системи контролю руху транспорту є важливим кроком у поліпшенні безпеки на дорозі та забезпеченні більш ефективного управління транспортним потоком.

Список використаних джерел:

1. "Intelligent Transportation Systems." Federal Highway Administration, United States Department of Transportation, [www.fhwa.dot.gov/its/](http://www.fhwa.dot.gov/its/).

2. Li, Qingquan, et al. "Intelligent Transportation Systems: A Comprehensive Review." IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 14, no. 4, 2013, pp. 1784-1796.

3. "Smart Transport for Cities: The Future of Transportation." European Commission, 2018, [ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/smart-transport-cities-future-transportation](http://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/smart-transport-cities-future-transportation).

## КІНЕМАТИКА DELTA ПРИНТЕРІВ

Левченко К.О.

Науковий керівник – доц. каф. КІТАМ Разумов - Фризюк Є.А.  
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КІТАМ,  
м. Харків, Україна  
тел. +38(096)14-30-986, e-mail: kyrylo.levchenko1@nure.ua

This work is an analyze of delta kinematics. Analyze of pluses and minuses of this kinematics. This work has explanation of the main rules of delta kinematic, explanation of principle of work delta kinematics. Analyze of application of this kinematic.

Delta кінематика – кінематика руху екструдера в Delta принтерах. Ця кінематика досить сильно відрізняється від кінематик, які використовують більшість принтерів, що розповсюджені в побуті. Вона є складнішою та менш популярною, але також має свої переваги.

Для розуміння роботи Delta кінематики треба розібратися в конструкції Delta принтера. Найчастіше Delta принтер складається з 3 рейок на яких вгору та вниз їздять каретки, які в свою чергу прикріпленні до екструдера прямими балками - тягами.

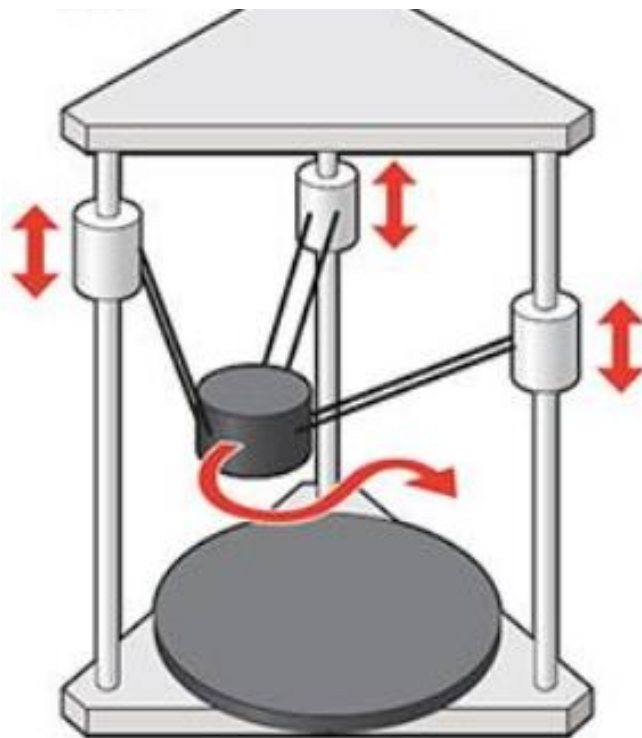


Рисунок 1 – кінематика Delta

На відміну від звичайних принтерів, де за кожен вісь x, y, z відповідає окремий двигун, який переміщує відповідну вісь на задану кількість одиниць, у Delta принтері все складніше, рух однієї з кареток спричинить

зміну всіх трьох координат, а отже при зміні навіть однієї координати потрібно перераховувати положення всіх трьох кареток.

Переміщення екструдера в потрібні координати (x, y, z) полягає у визначенні висоти на яку треба підняти кожен з трьох кареток відносно нинішньої робочої площини. Це робиться за допомогою триангуляції. Знаючи відстань від каретки до екструдера та від екструдера до рейки, по якій їздить каретка, можемо розрахувати висоту на яку потрібно підняти каретку для переміщення екструдера в потрібну точку. Ці розрахунки робляться для всіх 3 кареток для кожної нової точки. Після чого залишається задати двигунам рухатися в потрібну точку.

Задача визначення висоти на яку треба підняти каретку називається «зворотною задачею кінематики». У цієї задачі є 2 основних етапи.

По – перше треба визначити координати рейок на яких рухається каретка. На даному етапі ми працюємо з двомірною площиною. Якщо уявити, що одна рейка вже знаходиться на якійсь осі, то знаючи в яких точках на колі лежать інші рейки, зможемо визначити кут між радіусом до першої рейки(яка лежить на осі) та радіусом до рейки положення якої треба визначити, використовуючи тригонометричні рівняння, знайдемо положення трьох рейок.

По – друге, вже знаючи положення рейок, по теоремі Піфагора знайти висоту на яку слід підняти каретку для переміщення екструдера в задані координати.

Незважаючи на непопулярність такої технології, принтери, які використовують Delta кінематику є швидші за своїх конкурентів. Завдяки унікальній кінематиці швидкість друку вдається скоротити в порівнянні з іншими принтерами, які використовують більш поширену декартову кінематику.

Основною проблемою Delta принтерів є їх непопулярність. В зв'язку з цим можуть виникнути проблеми з пошуком інформації та документації, щодо їх збірки, використання, тощо. Delta принтери мають досить обмежені розміри, що суттєво звужує коло доступних моделей для друку, та робить ці принтери непопулярними для масового виробництва.

Список використаних джерел:

1. [Електронний ресурс] – Режим доступу. – URL: <https://kandepet.com/marlin-3d-printer-firmware-delta-inverse-kinematics/>
2. [Електронний ресурс] – Режим доступу. – URL: <https://top3dshop.com/blog/3d-printer-kinematics-explained>
3. [Електронний ресурс] – Режим доступу. – URL: <https://all3dp.com/2/cartesian-3d-printer-delta-scara-belt-corexy-polar/>

УДК 004.93:615

## **ПОРТАТИВНИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ОРІЄНТАЦІЇ НА ВІДКРИТОМУ ПРОСТОРІ ЛЮДЕЙ З ВАДАМИ ЗОРУ**

Ткачов М.Р., Маковсева В.К.

Науковий керівник – к.т.н, доц. Чала О.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки,  
каф. комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки,  
тел. +38 (057) 702-14-86, e-mail: [mykyta.tkachov@nure.ua](mailto:mykyta.tkachov@nure.ua)

This project aims to develop a portable module for visually impaired people to navigate open spaces. The module utilizes vibration and sound sensors that provide real-time feedback on the user's surroundings, with intensity and frequency increasing as the user approaches an obstacle. The system is completely automated, highly customizable, and uses minimal power. The module is based on the Arduino Uno microcontroller and employs ultrasonic distance, vibration, and sound sensors. The proposed device is compact and lightweight, making it easy to carry and use on the go. Overall, this innovative solution has the potential to significantly improve the quality of life for visually impaired individuals.

Люди з вадами зору часто зазнають труднощів у зоровій орієнтації на відкритому просторі, особливо в незнайомих місцях. Це може викликати почуття нестатку впевненості та небезпеку для їх життя та здоров'я. Проте, з розвитком технологій, є можливість використовувати інноваційні рішення для полегшення процесу зорової орієнтації цієї категорії людей.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, у світі близько 285 мільйонів людей мають певні вади зору, а це становить приблизно 4% населення планети. Більшість з них знаходяться в нерівних умовах у порівнянні з людьми без таких проблем. Зокрема, це стосується зорової орієнтації на відкритому просторі.

Наш проєкт базується на платформі Arduino Uno та використовує датчики вібрацій та звукові датчики для розробки портативного модуля орієнтації на відкритому просторі для людей з вадами зору. Для вимірювання відстані використовується HC-SR04 Ultrasonic Sensor або Sharp GP2Y0A02YK0F Infrared Range Sensor. Для вимірювання вібрацій використовується SW-420 Vibration Sensor. Пристрій працює повністю автоматично та не потребує втручання користувача. Інтенсивність вібрацій та частота звукових сигналів збільшуються із зменшенням відстані до перешкоди або межі безпечного простору. Пристрій також може автоматично попереджати про небезпечні перешкоди, які можуть бути під ногами користувача, такі як каналізаційні отвори та нерівності у дорозі.

Усі датчики та контрольні пристрої підключаються до Arduino Uno, який контролює всю роботу пристрою. Крім того, користувач може

налаштувати режим роботи пристрою за допомогою спеціального програмного забезпечення на комп'ютері. Портативний модуль для орієнтації на відкритому просторі для людей з вадами зору, що базується на датчиках вібрацій та звукових датчиках, має декілька переваг порівняно з тростю та собакою поводитирем.

Перш за все, такий пристрій є більш зручним для транспортування порівняно з тростю, оскільки він має менший розмір та вагу, що дозволяє користувачеві легко носити його з собою.

Друге, цей пристрій може працювати в будь-який час доби та не вимагає щоденного догляду, як це потрібно в разі з собакою поводитирем. Він також може функціонувати в будь-якій погоді, у той час як собака потребує певної погоди та кліматичних умов для працювання.

Розробка портативного модуля для орієнтації на відкритому просторі людей з вадами зору на базі Arduino Uno та з використанням датчиків вібрацій та звуку – це приклад інноваційного застосування гнучких комп'ютеризованих та роботизованих систем. Цей проект поєднує в собі принципи мехатроніки та автоматизації, що дозволяє розробити повністю автоматизований пристрій для людей з вадами зору.

Пристрій має великий потенціал для подальшого розвитку та використання в різних сферах, що стосуються автоматизації та роботизації, включаючи медицину, спорт, туризм та інші. Розробка таких гнучких технологій стає все більш важливою в наш час, коли з'являється все більше задач, які можуть бути вирішені за допомогою роботів та автоматизованих систем.

#### Список використаних джерел:

1. Впровадження результатів експерименту щодо організації інтегрованого інклюзивного навчання осіб з особливими освітніми потребами / Семенець В. В., Павлиш В. А., Невлюдов І. Ш., Федасюк Д. В., Филипенко О. І. // матеріали Міжнародної наукової конференції «Сціально-гуманітарні дослідження та інноваційна освітня діяльність» 24-25 травня 2019 р.м. Дніпро: СПД «Охотнік», 2019. С. 428 - 432.

2. Шостенко С. С. Архітектура програмного забезпечення для супроводження автоматизованих систем оповіщення на виробництві / С. С. Шостенко, О. О. Чала // Виробництво & Мехатронні Системи 2022 : зб. тез. доп. VI-ої Міжнародної конференції, 21- 22 жовтня 2022 р. – Харків, 2022. – С. 115-117.

3. Селіванова К. Г. Використання методів комп'ютерного зору для детектування рухів рук людини під час тестування у неврології / К. Г. Селіванова // Медико-психологічні аспекти реабілітації й абілітації в епоху турбулентності. Збірник наукових праць за загальною редакцією Заслуженого лікаря України, професора О.А. Панченка. 2021. Київ. КВІЦ, 420 с.– С. 277-279.

УДК 681.5:[004.738.5:004.722]

## **INDUSTRY 4.0 AND INTERNET OF THINGS TECHNOLOGIES**

Sofia Chehrynets

Supervisor – Chepela S. P.

Kharkiv National University of Radio Electronics, chair IATM

Kharkiv, Ukraine

Phone +38(050) 689 – 96 – 84 E-mail: [sofiia.chehrynets@nure.ua](mailto:sofiia.chehrynets@nure.ua)

This work is devoted to explore the intersection of Industry 4.0 and Internet of Things (IoT) technologies. By leveraging automation, data exchange, and connected physical devices and sensors, businesses can achieve greater efficiency, productivity, and innovation. The article delves into the key technologies and concepts driving this revolution and their potential impact on businesses and society.

Initially the German government coined the term «Industry 4.0» to describe technological changes in manufacturing and establish a coherent policy framework to maintain the global competitiveness of industry. This has resulted in many professions having to learn new tasks and use high-tech gadgets which are increasingly important in their working lives.

Industry 4.0 is considered to be the future of global manufacturing, representing the era of automation, digitalized factory, and digitalized products - the fourth industrial revolution.

There have been three prior industrial revolutions that have resulted in significant paradigm shifts in manufacturing before Industry 4.0. The first industrial revolution, Industry 1.0, which led to mechanical production and significant improvements in the agriculture sector. Industry 2.0 followed, with the mass production of steel leading to the introduction of railways into the industrial system and contributing to large-scale mass production. Industry 3.0 emerged with the Digital Revolution, as industries increasingly rely on digital technologies for production. Industry 4.0 has brought about changes in many professions, with people being obliged to learn new everyday tasks and being compelled to use gadgets that are fast becoming a crucial factor in working lives.

Industry 4.0 represents us a strong comprehensive transformation of the manufacturing process through digitalization and automation across the entire company. Companies that prioritize continuous improvement and research and development are likely to adopt Industry 4.0 and gain an even greater competitive advantage in the market (Marcos et al., 2017). By incorporating sensing devices into all manufacturing components, products, and equipment, Industry 4.0 enables the digitalization of the manufacturing sector. The resulting fusion of digital data and physical objects has the potential to drive faster and more impactful evolution of every industrial sector than any of the previous industrial revolutions (Mrugalka & Wyrwicka, 2017).

Industry 4.0 is the result of combining the present Internet of Things technology with the manufacturing industry. The integration of the Internet of Things (IoT) and the Internet of Services (IoS) in the manufacturing process initiated Industry 4.0 (Kagermann, Wahlster & Johannes, 2013). The advanced connectivity of systems and physical objects, object-to-object communication, and data sharing provided by IoT enable control and automation of aspects like heating, lighting, machining, and remote monitoring in various industries (Zhong et al., 2017).

An IoT node is a piece of hardware containing sensors that transmit sensed information to users or other devices via the internet. These nodes are embedded in industrial equipment, mobile and medical instruments, wireless sensors. Examples of IoT applications include smart cities, smart industries, smart buildings, smart energy, smart manufacturing, smart environmental monitoring, smart living, smart health, and smart water monitoring. In addition, there are many significant IoT-related problems that need to be addressed, indicating that significant efforts are required to improve the current state of internet design:

- Storage management: IoT nodes generate a massive amount of data, including multimedia and inconsistent files that need to be quickly accessible.

- Data management: With data transmission between nodes increasing daily, it's crucial to determine which information to transmit.

Enormous scale: Managing and connecting the vast number of IoT nodes will require semantic content management and analysis.

- Heterogeneity: IoT nodes use different networks and hardware platforms that must connect to other nodes via various networks.

- Connectivity: IoT's ease of access and compatibility allows for consistent use and content production.

Many new businesses face challenges such as novel standards, competition, and the need for continuous goods transportation. Therefore, a lot of companies rely on IoT, which helps them model, monitor, and improve their business processes using insights gathered from connected machines to enhance their economic profit. Industry 4.0 helps integrate and combine intelligent machines, human actors, physical objects, manufacturing lines and processes across organizational stages to build new types of technical data, systematic, and high agility value chains. The use of hi-tech gadgets is becoming increasingly crucial in people's working lives, as they are now obliged to learn new everyday tasks.

#### References:

1. Kagermann, H., Wahlster, W. and Johannes, H. Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0. Forschungsunion, 2013.
2. Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E. and Newman, S. T. Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0 : A Review. *Engineering* **3** (5) (2017) 616–630.
3. Buxmann P., Hess T. and Rugabber R. Internet of Services. *Business & Information Systems Engineering* **5** (2) (2009).

## ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВИКОНАННЯ РОБІТ ДЛЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЄКТАМИ ІТ-КОМПАНІЇ

Щолоков І.С.

Науковий керівник – д.т.н., проф., Безкоровайний В.В.  
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. СТ,  
м. Харків, Україна.

тел. +38(066)494-04-98, e-mail: [illia.shcholokov@nure.ua](mailto:illia.shcholokov@nure.ua).

A simulated statistical model of the process of execution of complex works of IT company projects is proposed. By taking into account the stochasticity of the composition of projects, the time of execution of individual works and the need for their revision, it allows to obtain more reliable information about the work of the company as a whole. Its practical use will contribute to a more efficient organization of the work of the IT company's personnel.

Стрімке зростання обсягів ІТ-проектів, що спостерігається в останні десятиліття потребує відповідних змін в технологіях проектного менеджменту. Крім того, вплив COVID-19 і особливості військового стану викликали зміни процесів ведення бізнесу і впровадження інноваційних способів роботи, взаємодії та вирішення проблем управління командами проектів [1]. При портфельному управлінні в компанії протягом фінансового року реалізується певна кількість проектів, що конкурують за загальні ресурси компанії. Існуюча модель бізнес-процесу підтримки реалізації проектів (рис. 1) описує склад та послідовність виконання найбільш важливих робіт основними групами виконавців [2].

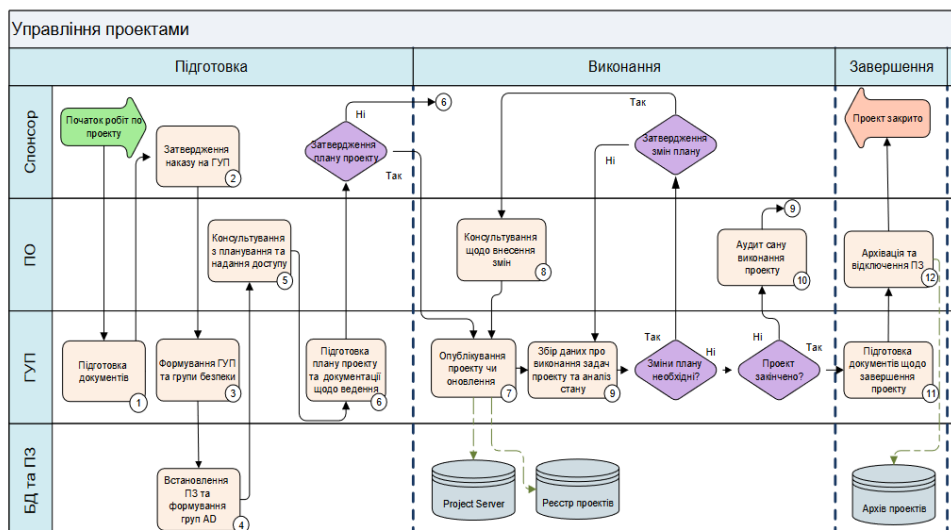


Рисунок 1 – Графічна модель підтримки виконання проектів [2]

Виходячи зі стохастичності потоку проектів до компанії і термінів реалізації їх основних етапів і робіт актуальною є задача визначення

«вузьких місць». Для її розв'язання пропонується використати методологію імітаційного моделювання. Будемо подавати ІТ-компанію як багатоканальну багатозадачу систему масового обслуговування (рис. 2):

$$Q = \langle A, B, C, D, E, F \rangle, \quad (1)$$

де  $A$  – вхідний потік проектів як комплексів робіт;  $B$  – потік обслуговувань (закони розподілу і параметри для часу виконання робіт проекту);  $C$  – множина внутрішніх параметрів (кількості виконавців кожної з робіт, їх завантаженість);  $D$  – множина станів виконавців робіт (зайнятість, обсяги невиконаних робіт);  $E$  – схема переходів проекту між виконавцями робіт;  $F$  – алгоритм реалізації проекту виконавцями робіт.

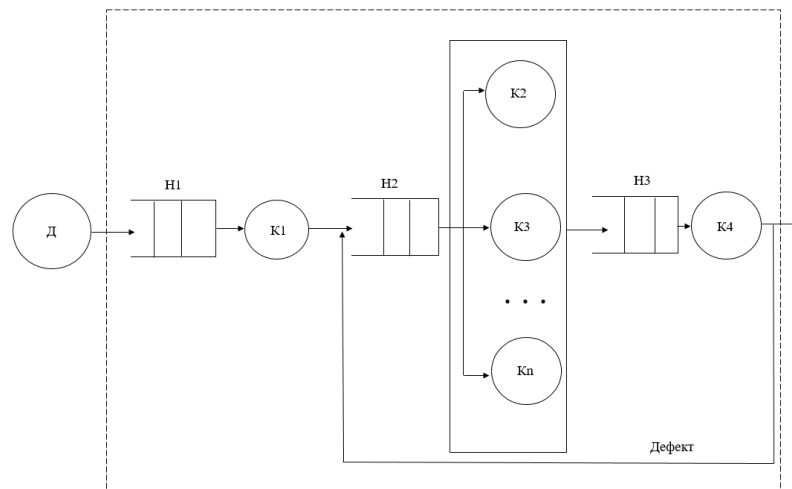


Рисунок 2 – Фрагмент Q-схеми процесу реалізації робіт проекту ІТ-компанії

Проекти надходять з джерела  $D$ , після декомпозиції на множину робіт через черги (накопичувачі)  $N_i$  передаються виконавцям  $K_i$ . Для реалізації моделі обрано пакет імітаційного моделювання GPSS W. Для підвищення точності оцінок часу виконання робіт, реалізації проектів у цілому і завантаженості виконавців здійснюється множина експериментів з подальшою статистичною обробкою результатів.

Використання запропонованої моделі процесу виконання комплексів робіт проектів ІТ-компанії дозволить підвищити точність результатів моделювання за рахунок врахування ймовірнісного характеру складу проектів, часу виконання окремих робіт та необхідності їх доопрацювання і сприятиме більш ефективній організації роботи ІТ-компаній.

Список використаних джерел:

1. Доценко, Н. В., Чумаченко, І. В. (2021). Управління людськими ресурсами в мультипроектному середовищі. Міжнародна конференція «Управління проектами у розвитку суспільства», 146–150.

2. Кузьмич, В. О., & Тараненко Р. А. (2019). Основи управління ІТ проектами.

УДК 681.518:644.1

## **РОЗРОБКА УНІВЕРСАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗА ПАРАМЕТРАМИ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ У ПРИМІЩЕННІ**

Тищенко О.А.

Науковий керівник – доц. Демська Н.П.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф.

КІТАМ, Україна, м. Харків, пр. Науки 14, e-mail: @nure.ua

The paper reviews the existing methods of controlling climatic parameters in the premises. The areas of application of the device are analyzed, the main advantages and disadvantages are described

Climate, conditions, automation, universality.

На сьогоднішній день питання контролю за параметрами у приміщенні є актуальним для злагодженої роботи, а також для правильного функціонування процесів. Одним із видів є контроль за кліматичними параметрами, а саме вологість та температура повітря, тиск, тощо.

Системи контролю досить часто використовуються при вирощуванні рослин у теплицях, або вирощуванні тварин у спеціальних інкубаторах. Оптимальним вирішенням проблеми універсальності системи контролю є створення системи, яка буде включати в себе усі можливі варіанти конфігурацій обладнання, а також буде сумісна із багатьма видами готових інженерних рішень, задля розширення їх потенціалу та функціональності [1].

Метою роботи є розробка універсального пристрою для контролю за параметрами кліматичних умов в приміщенні.

Для досягнення поставленої мети перш за все необхідно вирішити наступні завдання: провести ретельний аналіз предметної області, зокрема проаналізувати існуючі види готових інженерних рішень, дослідити їх недоліки та переваги; обрати мікроконтролер який буде керувати всією системою, а також узгоджувальні пристрої, які будуть керувати або отримувати інформацію від різноманітних виконавчих пристроїв. Автоматизація приміщень для вирощування рослин передбачає відстеження та керування кліматичними параметрами, які можна регулювати. Підтримання визначеного мікроклімату сприяє кращому зростанню та підвищенню врожайності, а також зменшує витрати на ручну працю. Однак виникає необхідність високої ступеня автоматизації та механізації технологічних процесів. У цьому випадку, систему управління можна побудувати або відобразити як взаємозв'язок кількох управлінських процесів та об'єктів. Узагальненою метою автоматизації управління підвищення ефективності використання потенційних можливостей об'єкта управління.

Такі системи допоможуть подолати більшість проблем, пов'язаних із людським фактором, однак вони мають досить високу вартість.

Для того, щоб зробити процес керування кліматом у приміщенні автоматичним, необхідно розуміти, якими процесами необхідно керувати та як їх можна автоматизувати.

Фотосинтез – це перетворення енергії світла на хімічну енергію живим організмом. Вихідними елементами цього процесу є діоксид вуглецю та вода, а джерелом енергії виступає сонячне світло. Результатом цього процесу є різноманітні вуглеводи та вода. Фотосинтез є дуже важливим процесом, оскільки майже все життя Землі залежить від цього. Важливість процесу фотосинтезу для продуктивного росту рослин не говорить про те, що вони повинні бути освітлені весь час. Рослини також потребують оптимізації впливу на них світла протягом усього дня, тобто їм потрібні темні періоди, коли на них не впливає сонячне світло. Для різних груп рослин інтервали світлого та темного періоду відрізняються [2].

Транспірація – це випаровування води з надземних частин рослини, цей процес охолоджує рослини, а також забезпечує транспортування мінеральних речовин від коріння до пагонів. Кількість води, що випаровується, також залежить від індивідуальних параметрів рослини.

Вологість і температура ґрунту також впливають на транспірацію. Тому необхідно контролювати ці показники, щоб забезпечити комфортні умови.

Автоматизована система управління повинна відстежувати кліматичні параметри та керувати виконавчими механізмами, бути легкою в обслуговуванні та експлуатації, дешевою. Основні сектори, де система може застосовуватись, це індивідуальні господарства [3].

Таким чином, у роботі проведено ретельний аналіз предметної області, розглянуті існуючі системи контролю мікроклімату у приміщеннях для вирощування рослин. Окрім цього у роботі зазначено, що автоматизована система керування має відстежувати кліматичні параметри та керувати виконавчими механізмами, бути легкою в обслуговуванні та експлуатації, мати низьку вартість. Основні сектори, де система може застосовуватися, це індивідуальні господарства.

#### Список використаних джерел:

1. Невлюдов, І.Ш. Основи наукових досліджень [Текст]: навчальний посібник/ І.Ш. Невлюдов, Олександров Ю.М., Андрусевич І.Ш., Чала О.О. – КК НАУ м. Кривий ріг, 2017. – 344 с.
2. Аналіз залежності інтенсивності продуктивного фотосинтезу від режимів мікроклімату в індустриальних теплицях – Режим доступу: <https://sciencehorizon.com.ua/uk/journals/1-53-2016/> – 22.03.2023.
3. Автоматизація створення мікроклімату в приміщеннях – Режим доступу: <https://buklib.net/books/35527/> – 25.03.2023

## **РОЗУМНИЙ ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНИЙ ВЕРСТАТ**

Зибенко О.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Разумов-Фризюк Є.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КІТАМ,  
м. Харків, Україна

тел. +38(095) 872-36-93, e-mail: [oleksandr.zybenko@nure.ua](mailto:oleksandr.zybenko@nure.ua).

Wire EDM is a time-consuming process that requires several costly consumables, such as wire, filters, and deionization resin. By using a developed model, such as intelligent software, which is based on machining history and sensor inputs, we can predict the status and future capacity of consumables and worn parts, and therefore avoid machine downtimes. The implementation of a predictive model for estimating the lifetime of consumables and worn parts is a significant step towards the automation of wire EDM machines.

Сучасна обробна промисловість переживає важливу трансформацію, яку називають четвертою революцією. Вона характеризується тим, що машини мають певний інтегрований рівень «інтелекту», який дозволяє їм автономно контролювати свої процеси та спілкуватися з навколишнім середовищем. Ці інтелектуальні машини оснащені безліччю датчиків і здатні забезпечувати якість продукції, шляхом коригування дій, як наприклад самооптимізація параметрів процесу. Вони можуть відстежувати свій власний статус і виявляти фактичні або майбутні несправності та звернутися до служби технічного обслуговування або замовити заміну витратних матеріалів, а також виконувати самодіагностику та налаштовувати себе відповідно до завдань обробки. У виробничому середовищі з декількома підключеними машинами, вони можуть вибирати найоптимальніші завдання з точки зору якості та кількості, враховуючи їхню потужність.

Електроерозійні верстати, зокрема дротяні, вже мають високу комп'ютеризацію та безліч датчиків, які контролюють різні фізичні параметри процесу. Ці машини також дуже чутливі до змін параметрів через знос деталей машини, або термін експлуатації витратних компонентів, таких як фільтри, деіонізаційна смола, вода тощо. Насправді, сучасні електроерозійні верстати працюють до 8000 годин на рік, а головне завдання оператора полягає в заміні зношених частин та витратних матеріалів протягом дня, щоб забезпечити безперебійну роботу машини вночі або у вихідні дні. Інтелектуальне управління технічним обслуговуванням в рамках Індустрії 4.0 відіграє важливу роль у скороченні витрат, запобігаючи простою або ремонту машин [1]. У даний час, щоб уникнути поломок верстата під час роботи без обслуговуючого персоналу, часто зношувані частини та витратні матеріали, такі як фільтри або деіонізаційна смола, «про всякий випадок» замінюються ще до досягнення

максимального терміну служби. Витрати на витратні матеріали та деталі, що швидко зношуються, легко можуть перевищити інвестиційну вартість верстата через короткий період (наприклад, 1-2 роки роботи). На жаль, досі не існує простого методу та алгоритму прогнозування терміну служби витратних матеріалів і деталей, що зношуються, і вже через короткий період механічної обробки, наприклад алюмінію, може знадобитися заміна фільтрів. Однак користувачі електроерозійних верстатів мають величезний попит на надійні моделі прогнозування, як для зменшення витрат шляхом найкращого використання витратних ресурсів, так і для уникнення поломки машини.

Щоб побудувати таку модель прогнозування, потрібне фундаментальне розуміння фізики та хімії, пов'язаної з процесом електроерозійної обробки. Щоб адаптувати існуючі загальні моделі, наприклад, падіння тиску на фільтри до конкретного завдання електроерозійної обробки, необхідно проводити експериментальні вимірювання параметрів моделі. Розроблена модель повинна бути здатна відстежувати фактичний стан витратних матеріалів і прогнозувати строк їх служби для виконання запланованих завдань обробки. Своєчасне вимірювання параметрів під час поточної обробки дозволить оновлювати прогнози та оптимізувати параметри моделі з метою її покращення[2].

Отже, розумні електроерозійні верстати можуть бути важливим елементом в системі Індустрії 4.0, яка має на меті підвищення ефективності та продуктивності виробництва. За допомогою автоматизації та використання інноваційних технологій, електроерозійна обробка може стати більш точною та ефективною, що дозволить виробництву бути конкурентоспроможним та успішним в умовах існуючої ринкової конкуренції.

#### Список використаних джерел:

1. Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210, 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>
2. Wälder, G., Fulliquet, D., Foukia, N., Jaquenod, F., Lauria, M., Rozsnyo, R., Lavazais, B., & Perez, R. (2018). Smart wire EDM machine. *Procedia CIRP*, 68, 109–114. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.12.032>

УДК 004.942

## **ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ 3D ДРУКУ БЕЗ ПІДТРИМОК**

Пилипенко В.В.

Науковий керівник – консультант Стрілець Р.Є.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КІТАМ,  
м. Харків, Україна

тел. +38(099) 253-37-39, e-mail: [vitalii.pylypenko@nure.ua](mailto:vitalii.pylypenko@nure.ua),

тел. +38(066) 330-19-86, e-mail: [roman.strilets@nure.ua](mailto:roman.strilets@nure.ua).

3D printing is a technology for producing objects from various materials using special devices based on computer modeling. During the printing process, objects may require supports to avoid warping or breakage during printing, as well as to ensure stability and accuracy of printing complex geometries. However, the printing process with supports can be complex and time-consuming, as well as require significant material and energy costs. Physico-mathematical optimization is one of the possible solutions to improve the printing process, reduce its costs, and enhance the quality of products. The aim of this report is to identify the basic principles and methods of physico-mathematical optimization of 3D printing without supports, as well as its potential practical applications.

Задача фізико-математичної оптимізації 3D друку без підтримок полягає у виборі найбільш оптимальної стратегії друку, яка б забезпечила відповідність розмірів та міцність друкованого виробу, а також зменшувала витрати матеріалів та часу друку. Для досягнення цієї мети використовуються різноманітні методи та алгоритми фізико-математичної оптимізації, які ґрунтуються на принципах математичної оптимізації та теорії експериментів.

Одним з найбільш поширених методів фізико-математичної оптимізації є метод кінцевих елементів (Finite Element Method, FEM), який дозволяє моделювати поведінку друкованого виробу за допомогою обчислення його фізичних параметрів. Для цього спочатку створюється комп'ютерна модель виробу, яка розбивається на елементи кінцевого розміру, що дозволяє врахувати характеристики кожного елемента та їх взаємодію між собою. Після цього проводяться чисельні обчислення з використанням методу кінцевих елементів, які дозволяють визначити оптимальну конфігурацію друку, забезпечуючи максимальну міцність та мінімальну кількість матеріалів.

Крім методу кінцевих елементів, існує також метод топологічної оптимізації, який базується на використанні алгоритмів пошуку найкоротшого шляху між початковою та кінцевою точками у мережі вузлів.

У випадку 3D друку, мережа вузлів відповідає топології об'єкта, який потрібно оптимізувати. Алгоритм топологічної оптимізації забезпечує автоматичне визначення оптимальної форми виробу, зменшуючи кількість матеріалу, не втрачаючи при цьому необхідну міцність та точність.

Також до методів фізико-математичної оптимізації можна віднести методи математичного програмування, такі як лінійне та нелінійне програмування. Вони дозволяють розв'язувати складні математичні задачі, зокрема задачі оптимізації, шляхом визначення мінімального або максимального значення функції цілі за обмеженнями. Ці методи можуть бути застосовані для визначення оптимальної швидкості друку, температури друку, розташування виробів на платформі друку тощо.

У процесі фізико-математичної оптимізації також можна використовувати алгоритми машинного навчання, такі як нейронні мережі та генетичні алгоритми. Нейронні мережі можуть використовуватися для прогнозування поведінки виробу на основі вхідних даних, таких як параметри друку, температура та інші фактори. Генетичні алгоритми використовуються для визначення оптимальної конфігурації виробу, шляхом зміни параметрів друку та оцінки їх впливу на якість та міцність виробу.

Важливо зазначити, що в процесі фізико-математичної оптимізації необхідно враховувати також особливості матеріалів, з яких виготовляється виріб, а також особливості друкуючого обладнання.

Крім того, при фізико-математичній оптимізації необхідно враховувати особливості конструкції виробу та його функціонального призначення. Наприклад, при оптимізації виробу, призначеного для використання в авіації, необхідно враховувати вимоги до міцності та легкості конструкції, а також умови його експлуатації.

Також важливо забезпечити відповідність оптимальної форми виробу можливостям друкуючого обладнання. Наприклад, при виготовленні виробів за допомогою фотополімерного друку необхідно врахувати мінімальну товщину шару, з якою можна надрукувати модель, а також вимоги до точності виробу.

Загалом, фізико-математична оптимізація 3D друку без підтримки - це складний та багатогранний процес, який потребує використання різноманітних методів та алгоритмів. В процесі оптимізації необхідно враховувати особливості матеріалів, конструкції виробу, його функціонального призначення та можливості друкуючого обладнання. Фізико-математична оптимізація дозволяє отримати оптимальну форму виробу, зменшивши кількість матеріалу та не втрачаючи при цьому необхідну міцність та точність. Розгляд даної теми є актуальним та важливим, оскільки він сприяє впровадженню нових технологій та методів, що дозволяють ефективніше вирішувати завдання з допомогою 3D друку.

Список використаних джерел:

1. Nevlyudov, I., Nikitin, D., Bliznyuk, D., Gurin, D., Razumov-Frizyuk, E, Sagittarius, E. (2020). Production of printed circuit boards using 3D printing technologies. Collection of scientific works of the National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov, 4 (482).

2. Силабус навчальної дисципліни «3D моделювання та адитивні технології» [Електронний ресурс] – Режим доступу. – URL: [https://kkite.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/50/2022/03/Силлабус\\_3D-моделювання-та-адитивні-технології.pdf](https://kkite.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/50/2022/03/Силлабус_3D-моделювання-та-адитивні-технології.pdf)
3. 3D Printed Bionic Ears. [Електронний ресурс] – Режим доступу. – URL: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nl4007744>
4. 3D-принтери зможуть друкувати без підтримок [Електронний ресурс] – Режим доступу. – URL: <https://monofilament.com.ua/ua/blog-novini-3d-druku-ta-additivnih-tehnologij/3d-printeri-zmozhut-drukuvati-bez-pidtrimok>
5. Апарат для виробництва тривимірних об'єктів за допомогою стереолітографії [Електронний ресурс] – Режим доступу. – URL: <https://patentimages.storage.googleapis.com/5c/a0/27/e49642dab99cf6/US4575330.pdf>
6. SLS технологія 3D друку: суть, переваги та сфери застосування [Електронний ресурс] – Режим доступу. – URL: <https://additive.com.ua/ua/sls-tehnolohiya-3d-druku/>

**УДК 621.396.6:004.312.031.6**

**РЕА ВБУДОВАНИХ СИСТЕМ**

УДК 681.536.5:536.587]:664.8.031

## ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ В ОВОЧЕСХОВИЩІ

Герман Д.В., Панов А.О., Гольтеров Р.В.

Науковий керівник – аспірант, ас. Панов А.О.

Державний біотехнологічний університет, каф. АКІТ, м. Харків, Україна  
тел. +38(063) 213-43-80, e-mail: panovanton1994@gmail.com

This work investigates the system of automated regulation of temperature indicators in a vegetable storage. An automated solution for product storage control is presented. The structural electrical diagram shows how the process of automated regulation takes place. Reference voltages of the switching level were determined for specific operators of controlling the heating process, opening or closing windows. A programming logic controller was chosen as the basic control device. The next steps of implementing the process of automated temperature regulation in the sheep storage were described.

Овочесховища призначені для тривалого зберігання коренеплодів. До цієї категорії приміщень відноситься і картоплесховище. У таких приміщеннях овочі можуть бути тимчасово в період зимівлі або цілий рік. Тому проблемою являється неточність роботи виконавчих механізмів регулювання температури в овочесховищі. Отже одним із найбільш важливих завдань є розроблення програми регулювання автоматизованої системи та дослідження регулювання температури в овочесховищі. Для створення коректної робочої програми і написанню коректних прив'язок входів-виходів, потрібно розрахувати показники для усіх датчиків[1-2].

Налаштування датчика температури: діапазон вимірювання датчика температури: від -35 до +55 °С; вихідний сигнал датчика температури: 0 - 10 В DC.

Комутаційні рівні: вікна повинні починати відкриватись при: 25 °С; вікна повинні починати закриватися за: 23 °С; опалення повинне працювати при: 20 °С.

Таким чином, були визначені такі опорні напруги (комутаційні рівні) для окремих компараторів:

Відкриття вікон увімкнути:  $U_{poI} = 6,8$  В, вимкнути:  $U_{poO} = 6,6$  В.

Закриття вікон увімкнути:  $U_{pzI} = 6,3$  В, вимкнути:  $U_{pzO} = 6,5$  В.

Опалення увімкнути:  $U_{pv1} = 6,0$  В, вимкнути:  $U_{pvO} = 6,2$  В.

Для модернізації процесу керування мікрокліматом в овочесховищі можна застосувати ПЛК, який буде обробляти отримані данні з датчиків, аналізувати та передавати на виконавці органи, тобто вентилятор, тощо.

На рисунку 1 представлена структурна електрична схема регулювання температури у овочесховищі.

Схема електрична структурна дозволяє розглянути принцип роботи пристрою або виробу у загальному вигляді. На структурній схемі

зображують основні функціональні частини (блоки) виробу, призначення та лінії зв'язку між ними. Під час створення радіоелектронних пристроїв проектування починається зі створення структурної схеми. Завдяки спрощенню схеми виробу вдається на ранньому етапі виявити помилки проектування, перерозподіляти вимоги до вузлів радіоелектронного пристрою [3]. На структурній схемі пред'являються вимоги до принципових схем блоків виробу, задаються вимоги до параметрів вхідних та вихідних сигналів, перевіряється реалізованість цих блоків. Реальне розташування блоків (конструкція) на структурній схемі зазвичай не враховується.

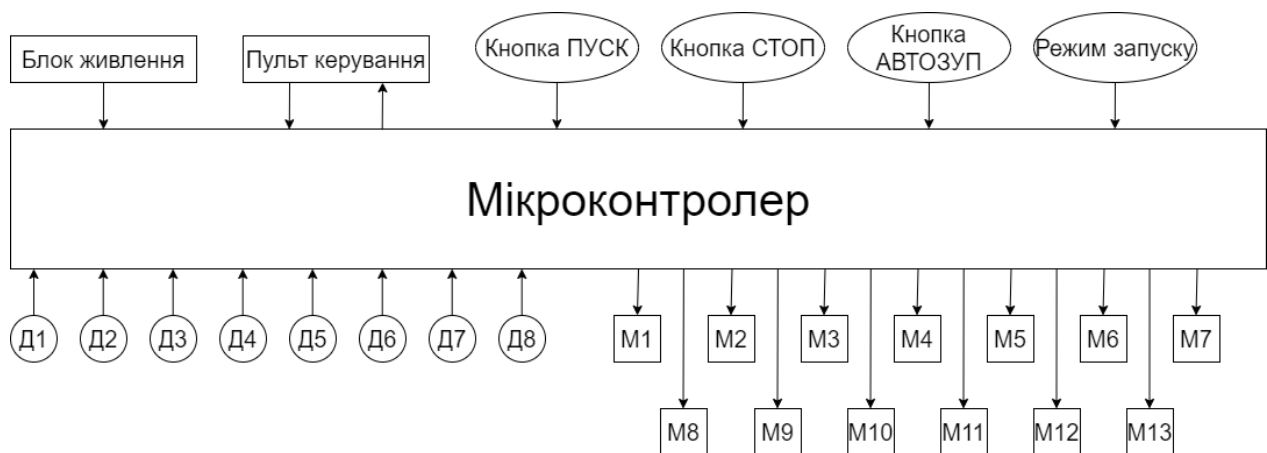


Рисунок 1 - Структурна електрична схема регулювання температури у овочесховищі

В якості базисного керуючого пристрою було обрано програмуючий контролер серії XC200 фірми EATON. Доступні різні класи продуктивності процесорів та широкий вибір модулів розширення. Важливою особливістю є можливість інтеграції у сучасну комунікаційну архітектуру. Обмін даних через Ethernet з ОРС-клієнтами або вбудованим веб-сервером дає можливість створювати інноваційні рішення. Це дає можливість зручної реалізації компактних та середніх систем управління.

Список використаних джерел:

1. Кудріна, В. Н., Карпов, Б. А., Лічко, Н. М., та ін. Практикум із зберігання та технології сільськогосподарських продуктів. - Київ: Колос, 2012. – 176 с.
2. Механізація процесів зберігання та переробки плодів та овочів.: Довідник / В.В. Момот, В.В. Бабанов, О.В. Сорокін., В.М. Рядків. К.: Агропромиздат, 2008. - 271 с.
3. Філатов В. І., Баздирев Г.І. Агробіологічні основи виробництва та переробки продукції рослинництва. – Київ.: Колос, 2014. – 724 с.

УДК 681.518:[697.932-52:664.74]

## ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ВЕНТИЛЮВАННЯ ЗЕРНА

Грішний О.О., Панов А.О., Колісник Р.І.

Державний біотехнологічний університет, каф. АКІТ, м. Харків, Україна  
тел. +38(063) 213-43-80, e-mail: panovanton1994@gmail.com

The automated control system of the grain ventilation process in the bunker and silos was studied. A block diagram of the software control algorithm for the grain ventilation process has been developed. The automation algorithm is described. An algorithm for automated control of humidity in the bunker has been developed. Active automated ventilation of grain was developed for drying the seeds of grain and leguminous crops of different moisture content by means of ventilation with external and heated air. A plan for the next implementation of the automated control system was developed.

Бункер активного вентилявання зерна БВ-25 місткістю 37 м<sup>3</sup> призначений для сушки насіння зернових та зернобобових культур різної вологості шляхом вентилявання зовнішнім та підігрітим повітрям, а також для тимчасової консервації сирого зерна перед сушінням. Тому актуальним є створення автоматизованого процесу керування параметрів для процесу активного вентилявання зерна у бункері [1].

Принцип роботи ТУ, коли зерно в бункері відсутнє. Блок-схема алгоритму програмного керування процесом вентилявання зерна представлено на рисунку 1. Кнопкою ПУСК запускаємо привід норії М1 і сире зерно подається в бункер. Вмикається привід клапана на підйом до крайнього верхнього рівня, при досягненні якого кінцевий вимикач SQ1 розмикає свої контакти і привід клапана зупиняється. Двигун норії зупиняється при заповненні бункера до верхнього рівня, який контролюється датчиком верхнього рівня SQ2. Одночасно з цим вмикається привід клапана на опускання. Коли клапан знаходиться на рівні зерна, спрацьовує датчик рівня зерна SQ3 і вимикаються привід клапана та привід вентилятора М3. Якщо вологість у зоні виходу повітря із бункера вища за 65%, тоді спрацьовує датчик вологості SL1 і подається напруга на електрокалорифери [2].

Привід та електрокалорифери вимикаються при зниженні вологості повітря на виході із бункера до 65%, що відповідає вологості зерна 14% (нормальний рівень вологості зерна). Потім вмикається привід норії вивантаження М4 і зерно вивантажується із бункера для подальшої обробки. При досягненні зерном нижнього рівня, спрацьовує датчик SQ4 і зупиняється привід норії. Час вентилявання та кількість циклів залежить від вологості повітря на виході із бункера.

Опис алгоритму автоматизації виглядає наступним чином. Якщо активний блок 2 і не активний, буде здійснюватись вмикання приводу

клапана на підйом. Наступний крок це перевірка датчика SQ1, щоб розпочати запуск приводу норії і зупинити привод клапану підйому. Так само і блок 7, виконується перевірка датчика SQ2 для початку запуску приводу клапана на опускання і зупинка приводу норії. Якщо на блоку 10 сигнал від датчика SQ3 спрацював, тоді вимикається привод клапана на опускання і вмикається привод вентилятора.

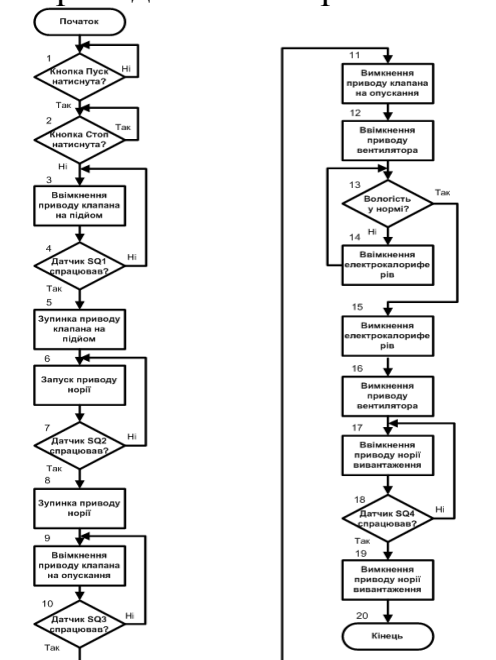


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритму програмного керування процесом вентилявання зерна

Якщо вологість у бункеру не відповідає нормі або сигнал від датчика не відправив данні, тоді вмикається калорифер і процес ввімкнення вентилятора запускається заново. А якщо вологість відповідає заданій нормі, тоді вимикаються електрокалорифер і привод вентилятора, і потім вмикається привод норії вивантаження (блок 17). Якщо датчик SQ4 не спрацював, тоді процес запуску норії вивантаження вмикається заново. Тоді коли блок 18 відповідає нормі, вимикається привод норії вивантаження.

#### Список використаної літератури:

1. Кірпа Н. Я. Інтенсифікація та енергозбереження процесу сушіння насіння кукурудзи в камерних сушарках. Зернові продукти та комбікорми. 2014. №3 (55). З. 10-14.
2. Автоматизаційні системи керування технологічними процесами : метод. Вказівки до виконання практик. Робіт для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заоч. форм навч. спец. 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології; Харків. нац. техн. у-т сіл. госп-ва ім. П. Василенка; уклад.: І. О. Фурман, О. М. Піскар'єв. – Харків : [б. в.], 2017. – 32 с.

**МЕТОД РОЗРАХУНКУ РАДІУСІВ ОТВОРІВ  
БАГАТОЕЛЕМЕНТНОГО НАПРЯМЛЕНОГО ВІДГАЛУЖУВАЧА**

Зайченко Н.Я., Коломієць А.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Зайченко О.Б.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф.

МЕЕПП, каф.ПЕЕА, м. Харків, Україна

тел. +38(057) 702-14-94, email: [nataliia.zaichenko@nure.ua](mailto:nataliia.zaichenko@nure.ua).

This work is devoted to directional couplers parameter calculation and verification by simulation in HFSS. The contradiction between the results of previous calculations and modeling is the problem of this research. A simplified method is proposed for calculating the radii of the holes of a directional coupler, which consists in central hole radii calculating, on the basis of the parameter of required coupling, which differs by using the Newton binomial coefficient, so the radius of the current hole is calculated as the radius of the central hole which is divided by coefficient. The coefficient is the cube root of the of the binomial polynomial numbers ratio, where polynomial numbers correspond to central and current hole. The cube root of number is a value which when multiplied by itself thrice or three times produces the original value.

Одним з найбільш розповсюджених пристроїв НВЧ є напрямлений відгалужувач, призначений для відгалуження частини потужності з первинного тракту до вторинного. Конструктивно хвилеводний відгалужувач складається з двох хвилеводів з декількома отворами у загальній стінці первинного і вторинного хвилеводів. Кількість отворів визначається діапазоном частот. Направлені відгалужувачі характеризуються такими параметрами як перехідне загасання, розв'язка і направленість. Багатоелементні напрямлені відгалужувачі для діапазона частот можна класифікувати на напрямлені відгалужувачі з чебишевською та максимально пласкою біноміальною характеристикою. Останні є об'єктом даного дослідження. Проектування напрямлених відгалужувачів полягає в теоретичному розрахунку кількості отворів, діаметрів отворів, відстані між сусідніми отворами. Вихідними даними є переріз хвилеводу, діапазон частот, перехідне загасання. Методики такого розрахунку відомі [1, 2]. Порівняння двох підходів дозволяє виявити переваги і недоліки кожного з них. Перевага другої методики [2] використання спрощеного порівняно з [1] розрахунку, а недоліком є відсутність обґрунтування вибору кількості отворів в залежності від потрібного частотного діапазона.

Моделювання у програмі ANSYS HFSS дозволяє верифікувати розрахунки [3]. Під час моделювання складають тривимірну конструкцію напрямленого відгалужувача, завдають збудження полів у хвилеводних портах та отримують результат у вигляді кольорового розподілу полів у вигляді малюнку. Різні кольори відповідають різним інтенсивностям

напруженостей полів Особливо наочним способом подання результатів є анімація. Критерії вірності під час моделювання за допомогою анімації такі чи відгалужується потужність до вторинного тракту, чи рухається хвиля у вторинному тракту у вірному напрямку. Моделювання у HFSS результатів розрахунку багатоеlementного напрямленого відгалужувача виявило неспівпадіння з результатами розрахунків, що складало проблему даного дослідження. Мета даного дослідження перегляд та спрощення методу розрахунку діаметрів отворів напрямленого відгалужувача.

Математичною моделлю отвору в хвилеводі є

$$F_n = K_f \cdot r^3,$$

де  $K_f$  – коефіцієнт, який залежить від критичної та середньої частоти хвилевода, від переріза хвилевода, від коефіцієнта згасання, хвильового опору, важливо що цей коефіцієнт є константою для всіх отворів в межах вихідних даних однієї задачі [2],  $r$  – радіус отвору,  $F_n$  – коефіцієнт пов'язаний з перехідним загасанням і коефіцієнтами бінома Ньютона.

Запропоновано спрощений метод розрахунку радіусів отворів напрямленого відгалужувача з біноміальною частотною характеристикою напрямленості, якій складається в розрахунку на базі потрібного перехідного загасання діаметра середнього отвору, який відрізняється тим, що радіус поточного отвору розраховується як радіус центрального отвору поділений на коефіцієнт. Цей коефіцієнт є кубічним коренем відношень коефіцієнтів у біномі Ньютона при додатках, які відповідають вищезгаданим середньому та поточному отворам.

Наприклад, для хвилеводу перерізом 23x10 мм два отвори мають радіуси 4,4 мм, три отвори мають радіуси 3,6; 4,4; 3,6 мм [3]. Розрахунок за запропонованою методикою показав співпадіння з загальновідомим. Розглянемо чотири отвори, нехай середній отвір має такий як і раніше радіус 4,4 мм. Коефіцієнти бінома Ньютона третього ступеня 1; 3; 3; 1,

складемо пропорцію  $\frac{r_{\text{центр}}^3 - 3}{x^3 - 1}$ , отже периферійні отвори мають радіуси –

$r_{\text{периф}} = x = r_{\text{центр}} / \sqrt[3]{3} = 4,4 / \sqrt[3]{3} = 3,07$ , аналогічно для бінома четвертого ступеня коефіцієнти 1, 4, 6, 4, 1, тоді радіуси отворів 2,44; 3,85; 4,4; 3,85; 2,44. Моделювання підтвердило працездатність методу. Перспективу досліджень становить порівняння з радіусами отворів за методиками [1,2].

Список використаних джерел:

1.Фельдштейн, А. Л., Явич, Л. Р. (1971). Синтез четырехполосников и восьмиполосников на СВЧ. Связь, 1971. С. 387.

2.Nassiri, A. (2010).Power Dividers and Couplers/ Взято 20 січня 2022 з <https://uspas.fnal.gov/materials/10MIT/Lecture8.pdf>

3.Мительман, Ю. Е. (2012). Автоматизированное проектирование микроволновых устройств в HFSS.С.63.

УДК 621.373:621.382.2]:004.89

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГЕНЕРАТОРА НА ЛАВИННО ПРОЛІТНОМУ ДІОДІ

Світличний М.С.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Меньяло О.Д.

Харківський національний університет радіоелектроніки  
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. РЕА, тел. (057) 702-14-94)

e-mail: [mykyta.svitlychnyi@nure.ua](mailto:mykyta.svitlychnyi@nure.ua)

Small dimensions and weight, economy, insensitivity to vibrations, etc. allow to attribute generators on avalanche diodes (GLPD) to number of the most promising sources of electromagnetic oscillations. Improvement of constructions and research of their properties generators, is a very relevant problem even nowadays. Of particular interest is the study of stability problems and adjustment of output frequency and power, synchronization of these generators, their electronic adjustment. Generators on avalanche diodes are used in radio relay lines, in systems of blind landing of aircraft, electronic height meters, stationary and portable radar stations.

Мікрохвильові коливання, що генеруються в  $p-n$  переході, який включено в зворотному напрямку, були теоретично розглянуті ще в 1958 році W.I.Read. Він запропонував таку структуру діода, який мав негативний динамічний опір. Робота генератора на основі такого діода базувалася на тому, що в  $p-n$ -переході в результаті зіткнень генеруються носії заряду, які взаємодіють з високочастотним полем зовнішньої коливальної системи, віддаючи йому свою енергію в певні проміжки часу.

Сьогодні мікрохвильові генератори, побудовані на лавинних діодах, забезпечують досить високу ефективність у порівнянні з іншими твердотільними генераторами, що працюють у безперервному режимі. Генератори на лавино-пролітних діодах застосовуються в радіорелейних лініях, в системах сліпої посадки літаків, електронних вимірювачах висоти, стаціонарних та переносних радіолокаційних станціях.

Конструктивною основою такого генератора є двосторонній фольгований діелектрик Polyguide.

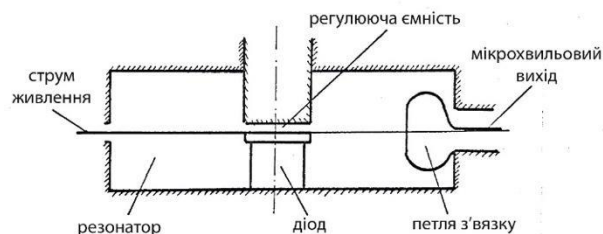


Рис.1. Ескіз варіанту конструкції ГДПД

Подальший експеримент показав, що використовувати відкриту конструкцію коливальної системи не доцільно, оскільки через низьку

діелектричну проникність матеріалу Polyguide спостерігалось високий рівень випромінювання в оточуюче середовище і як наслідок низька добротність коливальної системи. Тому діод був по суті розміщений в середині резонатора радіального типу, заповненого діелектриком.

Живлення на лавино-пролітний діод надходить через полозковий фільтр та відповідний отвір в радіальному резонаторі. Еквівалентна ємність, що присутня в резонаторі, і роль якої виконує відповідний регулюючий гвинт, дозволяє проводити її налаштування в певному діапазоні частот. Для виведення мікрохвильової енергії використовується петля, розташована в резонаторі.

Регулюючи положення петлі, можна забезпечити узгодження між зовнішнім навантаженням і резонатором. Постійний струм живлення надходить на діод через фільтр низьких частот виконаний по технології друкованої плати. Для відводу теплової енергії передбачено відповідний радіатор з ребрами охолодження. Розроблений генератор легко може бути поєднаним з іншими хвильоводними структурами, виконаними в полозковому варіанті (наприклад циркуляторми).

Ескіз конструкції варіанту генератора на лавинно-пролітному діоді, параметри якого були досліджені, наведено на рис.2

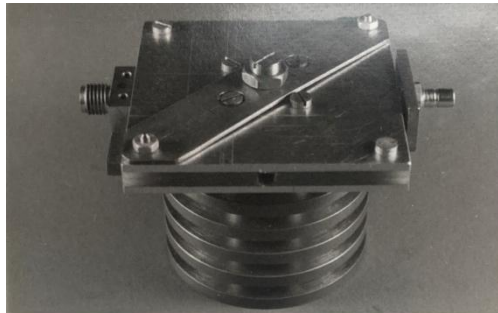


Рис. 2. Зовнішній вигляд ГЛПД

Таким чином розроблений та досліджений ГЛПД в певній мірі об'єднує переваги як хвильовідних, так і мікрополозкових конструкцій, дозволяє рекомендувати його використання в залежності від умов застосування та вимог, що до них пред'являються у відповідних НВЧ пристроях. Такими вимогами можуть бути габарити, складність виготовлення (технологічні фактори), електричні параметри, тощо. Отримані результати свідчать про його задовільні параметри та стабільну роботу.

Список використаних джерел:

1. Scharfetter D.I, Gummel H.K., "Large-Signal Analysis of a Silicon Read Diode Oscillator" IEEE Trans. Elec. Devices, ED-16 No. 1. January 1969.
2. T.Misawa, "Multiple uniform lagger approximation in analysis of negativ resistance in p-n junction in breakdown" IEEE Tran. Electron Devices vol. ED-14 1967. pp. 795-808.'

УДК: 004.89:621.396.6

## **THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE PRODUCTION PROCESSES OF RADIO ELECTRONIC DEVICES**

Виноградська В.Г.

Науковий керівник – кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
завідувач кафедри фізики Коваленко О.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки,  
кафедра фізики,  
м. Харків, Україна

тел. +38(095) 604-32-24, e-mail: [veronika.vynohradska@nure.ua](mailto:veronika.vynohradska@nure.ua)

The production of radio electronic devices is a complex process that involves several physical processes that must be optimized to ensure efficient and reliable device performance. In recent years, artificial intelligence (AI) has emerged as a powerful tool in optimizing these processes. By utilizing AI algorithms, designers and manufacturers can simulate, analyze, and optimize different aspects of device design and production, including electromagnetic simulations, quantum mechanics, statistical analysis, thermal management, and material selection. This article will explore the role of AI in the production processes of radio electronic devices and its impact on the industry.

Radio electronic devices play a significant role in modern-day technology, from communication systems to medical equipment. The production of these devices involves several physical processes, including electromagnetic simulations, quantum mechanics, statistical analysis, thermal management, and material selection. These processes require optimization to ensure efficient and reliable device performance. The emergence of artificial intelligence (AI) has provided a powerful tool to optimize these processes.

One critical aspect of radio electronic device design is the behavior of electromagnetic waves. Electromagnetic simulations using AI algorithms can optimize device performance by allowing designers to adjust the geometry, materials, and circuitry of the device. This simulation enables designers to evaluate the behavior of the device under different conditions, including different frequencies and power levels. AI algorithms can predict how the device will behave under different conditions, which can lead to better performance and reliability.

Radio electronic devices that use quantum phenomena, such as quantum dots or superconducting circuits, require precise control over individual quantum states. AI algorithms can optimize the design and control of these devices, allowing for more efficient and reliable operation. The optimization can lead to a better understanding of the quantum behavior of these devices. Quantum computing is an example of a quantum phenomena-based device where AI optimization is used to achieve better results.

Manufacturing radio electronic devices involves statistical variations in materials, equipment, and environmental conditions. AI algorithms can analyze large volumes of data from the manufacturing process and identify patterns in these statistical variations. This analysis enables manufacturers to optimize production processes and improve device quality. AI can help minimize the impact of these variations on the final product, leading to better quality and consistency.

Thermal management is another crucial aspect of radio electronic device design. AI algorithms can predict temperature distributions and optimize the placement and design of cooling structures, improving thermal management. This optimization leads to better device performance and reliability. With AI optimization, the design of cooling structures can be optimized for a particular application and, in some cases, eliminate the need for cooling altogether.

The choice of materials used in the production of radio electronic devices significantly impacts device performance and reliability. AI algorithms can analyze the properties of different materials and predict their behavior under different conditions, allowing designers to select the most suitable materials for a given application. Material selection is critical to ensuring the device functions optimally and reliably in its intended application. AI optimization can ensure that the best materials are chosen, leading to better performance and reliability.

**In conclusion**, AI has a crucial role in optimizing the physical processes involved in the production of radio electronic devices. Electromagnetic simulations, quantum mechanics, statistical analysis, thermal management, and material selection are all areas where AI can assist in optimizing the device's performance, efficiency, and reliability. AI technology will continue to advance, making its role in the production of radio electronic devices even more critical, leading to more efficient and reliable devices. AI optimization will improve the device's overall quality, consistency, and cost, making radio electronic devices more accessible to everyone.

Список використаних джерел:

1. Jiangzhou Wang, & Yaoxue Zhang. (2020). Artificial Intelligence in Wireless Communications. John Wiley & Sons, Inc.
2. Kamakshi Prasad V., & Balamurugan P. (Eds.). (2021). Artificial Intelligence and Internet of Things for Advanced Engineering Applications. Springer.
3. Erkki Oja, & Samuel Kaski. (Eds.). (2013). Handbook of Neural Computation. Springer.
4. Xiufang Wang, & Hongbo Zhang. (2020). Artificial Intelligence and Radio Frequency Identification (RFID) Technology. Springer.

## МЕТОДИ ПРОТИДІЇ НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ДОСТУПУ

Світличний М.С.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Чумаков В.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПЕЕА  
м. Харків, Україна

тел. +38(066) 619-77-46, e-mail: [mykyta.svitlychnyi@nure.ua](mailto:mykyta.svitlychnyi@nure.ua)

Unmanned aerial vehicles (UAVs) typically carry sensitive data and equipment that may be at risk of unauthorized access or hacking. Unauthorized access countermeasures in UAVs include technical and procedural measures that help ensure security and protection against such attacks. Among the technical measures, one can note the encryption of data transmitted and stored on the UAV and the use of network protocols with security. Procedural measures include ensuring the physical security of the UAV, prohibiting access to equipment without appropriate authorization, and controlling the activities of personnel who have access to the UAV.

Методи протидії несанкціонованому доступу у безпілотних літальних апаратах включають фізичні, програмні та адміністративні заходи.

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) стають все більш поширеними та важливими для забезпечення різноманітних потреб у галузі транспортування, моніторингу, досліджень та іншого. Проте, разом зі зростанням застосування БПЛА, збільшується і ризик несанкціонованого доступу до цих систем, що може призвести до викрадення даних, порушення приватності, або навіть загрози для безпеки.

Для запобігання несанкціонованому доступу до БПЛА використовуються різні методи. Фізичні заходи включають контроль за доступом до фізичних роз'ємів та інтерфейсів БПЛА, застосування захисних кожухів, блокування пам'яті та інші заходи для унеможливлення прямого фізичного доступу до систем. Крім того, до фізичного впливу відноситься використання надпотужного електромагнітного випромінювання, що здійснює безпосередні деструктивні ефекти у радіоелектронних компонентах [1]. Програмні заходи передбачають захист БПЛА від несанкціонованого доступу шляхом застосування різних методів шифрування та аутентифікації, в тому числі алгоритмів з використанням публічних ключів, паролів та інших захисних механізмів. Адміністративні заходи включають контроль за доступом до БПЛА, створення правил використання БПЛА, навчання персоналу правилам використання та взаємодії з системами безпеки. Крім того, здійснюється моніторинг та аудит системи з метою виявлення можливих загроз та виявлення несанкціонованого доступу.

Узагальнюючи, комбінація фізичних, програмних та адміністративних заходів є найбільш ефективним методом захисту БПЛА від несанкціонованого доступу. Кожен з цих методів виконує важливу функцію в захисті системи, і їх комбінація забезпечує повністю захист

системи від загроз. Наприклад, фізичні заходи можуть унеможливити фізичний доступ до БПЛА, програмні заходи забезпечують безпеку під час зберігання та обробки даних, а адміністративні заходи дозволяють контролювати та моніторити доступ до системи та реагувати на можливі загрози. Загалом, відповідальність за захист БПЛА від несанкціонованого доступу лежить на розробниках, операторах та користувачах цих систем.

Застосування комплексу методів захисту дозволить забезпечити надійну захист системи від загроз та зберегти конфіденційність, цілісність та доступність даних, що зберігаються та оброблюються в системі.



Рис. 1. Пульти дистанційного керування дроном з провадженням кодом доступу

Висновуючи, можна сказати, що ефективна система захисту від несанкціонованого доступу у БПЛА має включати як технічні, так і процедурні методи, які забезпечують комплексний підхід до захисту інформації та обладнання від можливих загроз. Оскільки безпека БПЛА важлива для їх надійної роботи та захисту від зловмисників, протидія несанкціонованому доступу має бути невід'ємною частиною їхньої роботи.

Список використаних джерел:

1. Исследования воздействия электромагнитных излучений ультракороткой длительности импульса на радиоэлектронную аппаратуру СВЧ диапазона / Н.П.Гадецкий К.А.Кравцов, И.И.Магда, Ю.В.Прокопенко, В.Е.Новиков, Ю.В.Ткач, В.И. Чумаков / Материалы 6-й Международной Крымской конференции “СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии” - Севастополь, 1996. - С.441-446.

2. Lee, H., Lee, J., Lee, Y., Kim, J., & Park, J. (2018). A survey on unmanned aerial vehicle safety and security management. *Journal of intelligent & robotic systems*, 91(1), 57-70.

3. Ramachandran, G., Shanmuganathan, S., & Srinivasan, V. (2018). Security for unmanned aerial vehicles: A survey. *Unmanned Systems*, 6(3), 195-217.

4. Tang, Y., & Cheng, X. (2019). An Overview of Security Issues and Countermeasures in Unmanned Aerial Vehicles. *IEEE Access*, 7, 7877-7891.

5. Weimerskirch, A., & Martin, C. (2020). Towards secure and trustworthy unmanned aerial vehicles: A survey on cybersecurity and safety challenges. *Computers & Security*, 88, 101612.

УДК 004.056.53:629.7

## **МЕТОДИ ПРОНИКНЕННЯ У СИСТЕМУ КЕРУВАННЯ БПЛА**

Балай А.Є.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Чумаков В.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПЕЕА

м. Харків, Україна

тел. +38(095) 060-36-21, e-mail: [anastasiiia.balai@nure.ua](mailto:anastasiiia.balai@nure.ua)

Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), commonly known as drones, are used commercially, recreationally, and even militarily. However, the proliferation of UAVs has also raised new security concerns, especially with regard to hacking UAVs. A hacked drone can be used by an adversary for a variety of purposes, such as surveillance, sabotage, or to cause physical or material harm. A hacked drone can be redirected to veer off course or crash into a specific target, which can cause significant damage. In addition, information gathered by a hacked drone can be used to compromise sensitive data. Thus, it is critical for military individuals and organizations to take steps to protect against hacked UAVs and implement robust encryption and authentication protocols to avoid potential vulnerabilities.

З розвитком технологій і поширенням безпілотних літальних апаратів, зріс інтерес до їхньої безпеки. Злам безпілотних дронів - це серйозна загроза, яку можуть використати зловмисники для збору конфіденційної інформації, проникнення в захищені зони або навіть для створення аварійних ситуацій. У цьому контексті вкрай важливо розуміти, як саме можуть бути здійснені атаки на безпілотники і як їх можна захистити.

Дрони використовують супутникову геолокацію, щоб визначати своє положення і слідувати за заздалегідь заданою траєкторією польоту. Однак їхня залежність від GPS робить їх уразливими для кібератак, таких як спуфінг, коли зловмисники передають помилкові сигнали, змушуючи приймач дрона обчислювати неправильне положення. Це дає змогу зловмисникам контролювати траєкторію польоту дрона і навіть захоплювати його. Цей тип атак уже був використаний для захоплення американського безпілотника-невидимки 2011 року іранською армією. Однак, незважаючи на це, геолокацію дронів все ще можна використовувати для визначення їхнього становища та напрямку, необхідні спеціальні пристрої, які допомагатимуть уникати хибних сигналів.

Дослідники розробили метод виявлення спуфінг-атак, використовуючи GPS-приймачі, які вже присутні в дронах. Вони називають це методом "зміщення годинника", який виявляє різницю між часовими базами супутників і спуфера. Цей метод не вимагає додаткових компонентів або обчислювальних потужностей для вилучення даних і

може бути реалізований на літаючому безпілотнику для перевірки в реальних умовах.

Однак можливо, що зловмисник може синхронізувати час із супутниками, що може обійти цей метод.

Злом дрона може статися, якщо зловмисник отримає доступ до серверів FTP і root, які зазвичай не захищені паролем. Щойно зловмисник отримає доступ до цих серверів, він може легко отримати контроль над дроном. Це може призвести до серйозних наслідків, таких як втрата контролю над дроном і його знищення, а також можливі порушення приватності та безпеки даних, які можуть зберігатися на борту дрона. У зв'язку з цим, необхідно забезпечити належний рівень безпеки для всіх серверів, пов'язаних з управлінням дроном, і стежити за їхнім захистом від несанкціонованого доступу.



Рис. 1. Пристрій для перехоплення радіочастот від 1 МГц до 6 ГГц HackRF One.

З розширенням використання безпілотних літальних апаратів і розвитком їхніх технологій зріс інтерес до питань безпеки. Дрони використовують супутникову геолокацію для визначення свого місця розташування і проходження заздалегідь заданої траєкторії польоту. Однак через те, що вони залежать від GPS, вони стають уразливими для кібератак. У зв'язку з цим вкрай важливо розуміти, у який спосіб можуть бути здійснені атаки на безпілотники і як їх можна захистити.

Список використаних джерел:

1. Truong V. (2020). GNSS interference detection for autonomous UAV, 32(1), 42-60.
2. Thomas Brewster (2015). Watch GPS Attacks That Can Kill DJI Drones Or Bypass White House Ban, 2(1), 4-7.
3. Younes Al Younes (2016). Model-free approach for control, fault diagnosis, and fault-tolerant control : with application to a quadrotor UAV 25(4), 43-72.
4. Ralph DeFrancesco, Stephanie DeFrancesco (2022). The Big Book of Drones, ISBN 9781032062822.

## РОЗРОБКА ТА РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМА МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ НАДІЙНОСТІ РЕА

Юр'єв А.В., Стеблівський О.С.

Науковий керівник – к.т.н., доцент Меньяло О.Д.

Харківський національний університет радіоелектроніки

61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. ПЕЕА, тел. (057) 702-14-94

Харківський національний університет радіоелектроніки

e-mail: andrii.iuriev@nure.ua, oleksandr.steblivskyi@nure.ua

An algorithm for simulation modelling of electronic equipment reliability processes has been developed and implemented. The algorithm and the programme that implements it allow not only theoretical calculation of reliability indicators, but also their evaluation using a machine experiment. The developed programme is written in the Delphi environment under Windows, takes 10.3 MB and can be used both in the educational process, in laboratory work in the courses of the Department of designing and operating electronic devices, and in real design and technological design.

Моделювання процесів надійності та функціонування складних систем базується на можливість отримувати випадкові числа з різними законами розподілу, а основою отримання випадкових чисел із заданим законом розподілу є випадкові числа з рівномірним розподілом на інтервалі (0, 1).

При вирішенні задач надійності використовується модель працездатності, що реалізується способом формування та аналізу моментів переходу системи з одного стану в інший. Розроблений алгоритм був реалізований у вигляді програми, написаної алгоритмічною мовою Delphi.

Як випливає з графіка, наведеного на рис. 1 криві як теоретичного (рожевий та зелений колір), так і практичного (червоний та синій колір) розподілу починаються зі значення ймовірності рівного 1 при  $t=0$ , що обумовлено вилученням виробів, що відмовили під час прогонки.

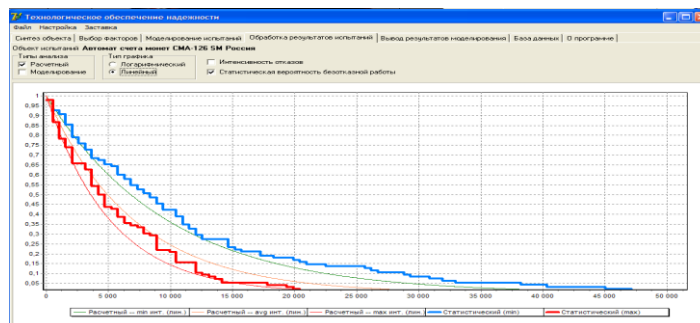


Рис. 1 – Результати порівняльного аналізу теоретичного розподілу та розподілу ймовірності безвідмовної роботи

Аналогічний розподіл ймовірностей безвідмовної роботи за відсутності режиму вилучення виробів, що відмовили після прогонки, наведені на рис. 2. З цього розподілу випливає, що в початковий момент часу ймовірність, не дорівнює одиниці.

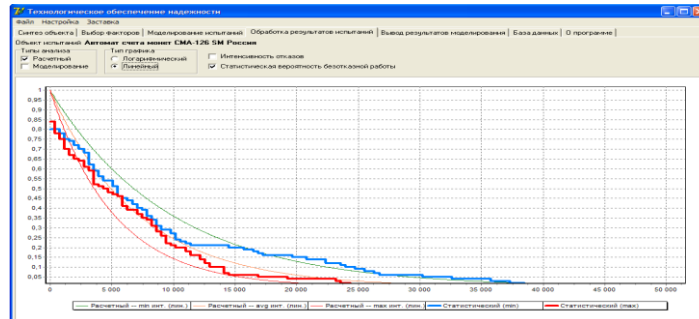


Рис. 2 – Розподіл ймовірностей безвідмовної роботи

Крім того, в даному розділі є можливість проаналізувати розподіл напрацювання на відмову окремих виробів та інтенсивність відмов аналізованої партії виробів. Приклади таких досліджень наведено на рис. 3.

Розроблена програма може бути використана як у навчальному процесі, так і для дослідження надійності реальних виробів. За допомогою неї можна оцінити ефективність тих чи інших конструктивних, технологічних та експлуатаційних заходів підвищення надійності.

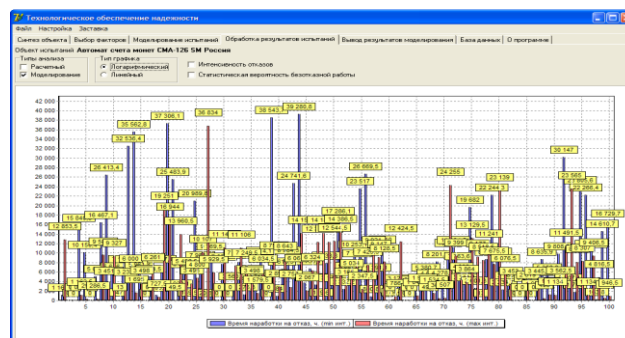


Рис. 3 – Графік розподілу напрацювання на відмову окремих виробів та інтенсивність відмов аналізованої партії виробів

Список використаних джерел:

1. Горський Л.К. Статистичні алгоритми дослідження надійності, - Москва : Наука, 1970.
2. Резіновський А.Я . Випробування на надійність радіоелектронних комплексів. - Москва : Радіо і зв'язок, 1985. - 170с.
3. Надійність технічних систем: Довідник/Ю.К. Беляєв В.А.Богатирьов, В.П. Болотин та ін; за ред. І.А.Ушакова. - Москва : Радіо і зв'язок,1985. - 284 с.

## МІКРОКОНТРОЛЕРИ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІЙ АПАРАТУРІ ТА ЗАСОБАХ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Нижник В.В.

Науковий керівник – асистент Михайліченко І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ЕОМ,  
м. Харків, Україна

тел. +38(066) 934-05-89, e-mail: [vitalii.nyzhnyk@nure.ua](mailto:vitalii.nyzhnyk@nure.ua).

This work contains an overview of the role of microcontrollers in intelligent equipment and automation tools. The work examines the concept of a microcontroller, a list of its components, the advantages of microcontrollers, their use in various industries, including manufacturing, automotive, medicine, agriculture, as well as in science and everyday life. In general, the importance of microcontrollers in the modern world is considered.

**Вступ.** Швидкий розвиток технологій призвів до зростання попиту на інтелектуальне обладнання та інструменти автоматизації, які здатні ефективно виконувати складні завдання. Мікроконтролери були в авангарді цієї розробки, їх інтеграція в засоби автоматизації призвела до створення розумнішого та ефективнішого обладнання. Використання мікроконтролерів забезпечило автоматизацію, ефективність і інтелектуальність у багатьох галузях промисловості, включаючи виробництво, охорону здоров'я та транспорт. *Мета дослідження* - роль мікроконтролерів в інтелектуальному обладнанні та засобах автоматизації.

**Зміст дослідження.** Мікроконтролер - це електронний пристрій, що об'єднує в собі мікропроцесор, пам'ять та периферійні пристрої в єдиному чипі. Він призначений для керування іншими електронними пристроями, здійснення різних обчислень, збору та обробки даних у режимі реального часу. Мікроконтролери призначені для вбудованих систем і використовуються в широкому діапазоні застосувань, включаючи автомобільну, аерокосмічну, медичну та побутову електроніку. Вони здатні виконувати складні алгоритми, керувати електронними пристроями та обробляти дані. Мікроконтролери мають ряд переваг перед традиційними обчислювальними системами. Ці компоненти невеликі, малопотужні та недорогі, що робить їх ідеальними для вбудованих систем. Їх можна запрограмувати для виконання певних завдань і вони дуже надійні. Вони також пропонують можливості обробки в режимі реального часу, що робить їх ідеальними для рішень, які потребують швидкого відгуку. *Мікроконтролери в інтелектуальному обладнанні.* Інтелектуальне обладнання використовує мікроконтролери для автоматизації процесів і підвищення ефективності. Наприклад, у виробництві мікроконтролери використовуються для керування складальними лініями, моніторингу запасів, оптимізації графіків виробництва та скорочення простоїв.

У промисловості транспортних засобів мікроконтролери слугують для керування двигунами, трансмісіями а також для моніторингу споживання палива та викиду шкідливих викидів. Мікроконтролери також використовуються в медичному обладнанні, такому як кардіостимулятори та інсулінові помпи. Тут вони слугують щоб контролювати введення та дозування ліків і стежити за станом пацієнта. Мікроконтролери також є в медичному обладнанні для візуалізації, такому як КТ-сканери та апарати МРТ. Вони використовуються для управління рухом сканера і обробки отриманих зображень.

*Мікроконтролери в засобах автоматизації.* Інструменти автоматизації використовують мікроконтролери для автоматичного виконання завдань. Наприклад, у побуті мікроконтролери використовують для керування системами освітлення, опалення та безпеки, а також для моніторингу споживання енергії та відповідного коригування налаштувань. У сільському господарстві мікроконтролери використовуються для керування зрошувальними системами та моніторингу росту культур. Також їх можна використовувати для контролю температури і вологості в теплицях. Мікроконтролери також використовуються в робототехніці. Вони слугують для керування рухом роботів і обробки даних із сенсорів. Мікроконтролери також використовуються в безпілотних літальних апаратах (БПЛА) для контролю траєкторії польоту та обробки даних з бортових датчиків.

**Висновки.** Інтеграція мікроконтролерів в інтелектуальне обладнання та інструменти автоматизації змінила спосіб роботи галузей, забезпечивши автоматизацію та ефективність. Мікроконтролери стали важливим компонентом інтелектуального обладнання та засобів автоматизації. Вони використовуються для керування електронними пристроями, автоматизації процесів і обробки даних. Мікроконтролери пропонують кілька переваг порівняно з традиційними обчислювальними системами, включаючи низьку вартість, низьке енергоспоживання та можливості обробки в реальному часі. Мікроконтролери використовуються в широкому діапазоні застосувань, від промисловості до медицини, і є важливою частиною сучасного світу.

Список використаних джерел:

1. Ibrahim, D. (2013). Microcontroller-based automation systems. Newnes.
2. Ibrahim, D. (2012). Microcontroller-based temperature monitoring and control. Newnes.
3. Horowitz, P., & Hill, W. (2015). The art of electronics. Cambridge University Press.
4. Bartelt, T. L. M. (2012). Industrial control electronics. Cengage Learning.

УДК 004.896:005.95

## **УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ**

Лашин З.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Хрустальова С.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КІТАМ,

м. Харків, Україна

тел. +38(063) 177-03-11, e-mail: [zakhar.lashyn@nure.ua](mailto:zakhar.lashyn@nure.ua)

This work is devoted to the analysis of the management systems of educational laboratories, namely the definition. The types of educational laboratories and their application in the modern world were also considered.

Управління ресурсами навчальних лабораторій є однією з ключових складових успішного навчального процесу. Ефективне управління ресурсами навчальних лабораторій дозволяє забезпечити максимальну ефективність та якість навчання. Управління ресурсами навчальних лабораторій включає планування, координацію та контроль використання технічних, матеріальних та людських ресурсів. Це означає, що важливо забезпечити належне фінансування, планування та контроль використання технічного обладнання, забезпечення матеріалами та необхідною інфраструктурою. Оптимізація використання ресурсів допомагає зменшити витрати на навчання та збільшити ефективність навчального процесу. Це можна зробити, наприклад, шляхом раціонального планування зайняття, забезпечення належної підтримки обладнання та програмного забезпечення, а також навчання та підтримки викладачів з використання сучасних технологій. Крім того, ефективне управління ресурсами навчальних лабораторій може допомогти забезпечити навчання відповідно до потреб ринку праці та забезпечити студентів необхідними навичками та знаннями для подальшої кар'єри.

Таким чином, управління ресурсами навчальних лабораторій є важливим елементом успішного навчального процесу, що дозволяє забезпечити максимальну ефективність та якість навчання, зменшити витрати та забезпечити належну підготовку студентів до подальшої кар'єри. Управління системами навчальних лабораторій є важливою складовою навчального процесу та може значно впливати на його результативність. Для ефективного управління необхідно мати якісне технічне обладнання та сучасний навчальний матеріал, а також відповідний персонал, який зможе забезпечити підтримку та технічну підтримку систем. Крім того, для ефективного управління системами навчальних лабораторій необхідно забезпечити належну організацію та координацію дій між викладачами та студентами, а також розробити належні методики та програми навчання. Також важливо відповідати потребам та інтересам студентів та викладачів, адаптуючи навчальні програми та методики до конкретних потреб та можливостей.

Загалом, ефективне управління системами навчальних лабораторій може значно впливати на рівень навчання та підготовку студентів до майбутньої професійної діяльності. Тому керівництво установи повинно забезпечувати належний рівень технічного оснащення та доступ до сучасного навчального матеріалу, а також забезпечувати належну організацію та ефективне використання ресурсів, що забезпечують роботу систем навчальних лабораторій.

Основні компоненти управління системами навчальних лабораторій можна умовно поділити на такі групи:

1. Технічне оснащення: обладнання лабораторій, комп'ютерні класи, програмне забезпечення та інші технічні засоби, необхідні для навчання.

2. Методичне забезпечення: навчальні плани, методичні рекомендації, підручники, лабораторні посібники та інші матеріали, які допомагають студентам засвоювати знання та навички.

3. Кадри: викладачі та лаборанти, які забезпечують проведення навчальних занять та обслуговування технічного обладнання.

4. Управління процесом навчання: планування та координація навчальних занять, контроль якості навчання, використання інтерактивних методів та інших сучасних технологій.

5. Моніторинг та аналіз: відстеження та аналіз результатів навчання, виявлення проблем та пропозиції щодо їх вирішення, розробка стратегій розвитку системи навчальних лабораторій.

6. Фінансове управління: планування та розподіл бюджетних коштів на розвиток системи навчальних лабораторій, пошук додаткових джерел фінансування та ефективне використання ресурсів.

Управління системами навчальних лабораторій потребує комплексного підходу та взаємодії всіх цих компонентів для досягнення успішного навчального процесу. Взаємодія між компонентами повинна бути організована таким чином, щоб забезпечити максимальну ефективність та якість навчання. Крім того, однією з ключових складових ефективного управління системами навчальних лабораторій є контроль за якістю навчання та забезпеченням безпеки при роботі з технічним обладнанням. Необхідно забезпечувати регулярну перевірку стану технічного обладнання та його правильну експлуатацію, а також вчасне проведення ремонтів та заміну зношених елементів.

Крім того, управління системами навчальних лабораторій має бути інтегроване в загальну систему управління університетом чи коледжем. Це означає, що планування роботи систем навчальних лабораторій має враховувати загальний графік роботи установи та потреби інших факультетів та спеціалізованих кафедр.

У світі існують різні підходи до управління системами навчальних лабораторій, проте важливо забезпечити гнучкість та адаптивність

системи, щоб вона могла відповідати змінним потребам та можливостям. Також важливо розробляти та впроваджувати нові технології та інструменти, що можуть покращити якість навчання та забезпечити більш ефективне використання ресурсів.

Загалом, ефективне управління системами навчальних лабораторій є важливим елементом успішної підготовки майбутніх фахівців у різних галузях. Для досягнення цієї мети потрібно забезпечити належне технічне оснащення, розробити належні методики та програми навчання, забезпечити належний контроль якості навчання та безпеку роботи з технічним обладнанням, а також інтеграцію.

Список використаних джерел:

1. "A cloud-based remote laboratory management system for online engineering education" by Jian Zhang, Fang Liu, and Ruoming Liu (Computers & Education, 2015) - <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.11.005>

2. "Development of an Integrated System for Laboratory Management and E-Learning" by Fernando A. B. Oliveira, Antônio C. Zampronio, and Ana C. M. Pereira (Journal of Educational Technology & Society, 2018) - <https://www.jstor.org/stable/90004627>

3. "A cloud-based system for laboratory management in engineering education" by Xuesong Zhou, Xiaohong Chen, and Hongwei Wang (IEEE Global Engineering Education Conference, 2017) - <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2017.7942905>

4. Yang, B. (2021) Investigation of a laboratory management regime based on optimal resource allocation. Journal of the Open Access Library, 8: e7119. <https://doi.org/10.4236/oalib.1107119>

**УДК 53.06:[621.37/39+004.3+681.2]**

**ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ПРОЦЕСІВ В РАДІОЕЛЕКТРОНІЦІ,  
КОМП'ЮТЕРНІЙ ТЕХНІЦІ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННІ**

## **ФІЗИЧНІ ОСНОВИ КВАНТОВОГО КОМП'ЮТЕРА**

Книш А.О.

Науковий керівник – к.ф-м.н., доц. Коваленко О.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. фізики

м. Харків, Україна

тел. +38(099) 462-77-01, e-mail: [anna.knysh@nure.ua](mailto:anna.knysh@nure.ua)

This work will describe such physical foundations of a quantum computer as: superposition principle, quantum entanglement, quantum teleportation, interference; describes the advantages and differences of a quantum computer over a classical one, its prospects and areas of application, phenomena that complicate the process of its development and reduce its productivity, as well as ways to overcome them.

Квантові технології не є картиною недосяжного майбутнього, а є перспективною технологією вже сьогодні. Задля їхнього розвитку і подальшого використання їх у комерційних проектах провідні компанії вливають величезні інвестиції, а держави з найбільш потужними економіками світу фінансують наукові установи та будуть масштабні лабораторії, щоб здобути дорогоцінні знання з метою використання їх у своїх військово-політичних цілях.

Безумовно найбільш відомою квантовою технологією сьогодні є квантовий комп'ютер, за допомогою якого можна провадити швидко обробку даних та виконувати надскладні для теперішніх суперкомп'ютерів задачі, наприклад, такі як факторизація великих чисел. Окрім цього, квантовий комп'ютер може використовуватися в медицині для дослідження людського генома, у фармакології для винайдення нових більш ефективних ліків, у галузі штучного інтелекту для пришвидшення процесу машинного навчання.

Головною відмінністю квантового комп'ютера від класичного є одиниця зберігання інформації – кубіт (квантовий біт), який на відміну від звичайного біта може перебувати у суперпозиції станів 0 та 1, що залежить від орієнтації спіну електрона, поляризації фотона або спінового магнітного моменту атома, що залежить від способу реалізації кубіта.

Кубіти перебувають у стані квантової запутаності між собою, що означає, що їхні квантові стани стають співвідносними, навіть якщо вони фізично розділені. Завдяки явищу квантової запутаності квантовий комп'ютер може проводити розрахунки набагато швидше за класичний комп'ютер, оскільки  $N$  класичних бітів можуть перебувати в одній з  $2^N$  різних конфігурацій, коли в той же час кубіти здатні набувати всіх комбінацій одночасно, оскільки положення і стани кубітів взаємозалежні. Феномен квантової запутаності робить можливим явище квантової телепортації.

Процес квантової телепортації передбачає створення пари кубітів, що взаємодіють між собою. Один з кубітів утримує інформацію, яку необхідно передати, тоді як інший кубіт, зазвичай віддалений від першого, дозволяє здійснити процес телепортації. Процес передачі інформації здійснюється шляхом вимірювання стану двох кубітів, що взаємодіють між собою, та передачі результатів вимірювань віддаленому кубіту, який отримує передану інформацію.

Для проведення серйозних операцій на квантовому комп'ютері за ідеальних умов теоретично було б достатньо ста кубітів, щоб становило  $2^{100}$  конфігурацій, проте квантову заплутаність кубітів можуть легко порушити зовнішні фактори такі як шум, вібрації, температура, електричні та магнітні поля, внаслідок дії яких квантові стани кубітів можуть бути порушені, що призведе до втрати інформації.

У дійсності є потреба у квантових комп'ютерах на десятки тисяч кубітів. Збільшення кількості кубітів у комп'ютері призводить до збільшення його габаритів та енергії, яку він витрачає, тому ефективним способом подолання вищеписаних проблеми є створення максимально ізольованого середовища, де можуть бути контрольовані вищезазначені параметри, наприклад, кубіти можуть зберігатися в кріостатах при дуже низьких температурах, щоб знизити вплив тепла та вібрацій.

Так як електрон чи фотон може репрезентувати кубіт, то останній за концепцією корпускулярно-хвильового дуалізму, може перебувати у стані як частинки, так і хвилі, що можна представити за допомогою хвильової функції.

Оскільки, згідно з явищем квантової заплутаності, набір кубітів і значення їхніх спінів взаємопов'язані одне з одними, то існує місце явищу інтерференції, що призводить до появи загальної хвильової функції цілої системи. В даному випадку загальна хвильова функція описує імовірнісний розподіл розв'язків певної задачі. Тобто, у процесі розв'язання задачі, квантовий комп'ютер генерує квантовий стан, який містить інформацію про розв'язання задачі.

Застосування інтерференції дозволяє комп'ютеру пройти крізь всі можливі розв'язки задачі, знаходячи той, який має найбільшу ймовірність бути правильним.

Список використаних джерел:

1. Milburn, G. J. (1996). 1. Schrödinger's machines : the quantum technology reshaping everyday life. Allen & Unwin.
2. Dowling, J. P., & Milburn, G. J. (2002, 13 June) Quantum Technology: The Second Quantum Revolution <https://arxiv.org/ftp/quant-ph/papers/0206/0206091.pdf>

УДК 52:550.380]:004.9

## **КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ОДИН ІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОКОСМОСУ**

Беда С. І., Уколов Д.В.

Науковий керівник – к.ф.-м.н., доц. Коваленко О.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. Фізики  
м. Харків, Україна

тел. +38(096)400-65-08, e-mail: [sofiia.beda@nure.ua](mailto:sofiia.beda@nure.ua),  
[denys.ukolov@nure.ua](mailto:denys.ukolov@nure.ua)

The study of geospace occupies a prominent place among the development of modern science nowadays. The Earth's electromagnetism is responsible for the emergence and preservation of geophysical laws, climatic and biospheric transformations, and geospace actually describes a special mechanism of interaction of the Earth's own magnetic field with the external cosmic electromagnetic environment, with the help of which the gas-plasma shells of the Earth were formed. The work describes some methods of geospace research, in particular, the usage of robotic devices and the samples from the surfaces of other planets.

Нещодавно в науці з'явився новий термін, який має назву геокосмос, або ж навколоземний простір. Він включає в себе всі газоплазмові оболонки Землі, тобто атмосферу, іоносферу і магнітосферу, а також описує особливий механізм взаємодії власного магнітного поля Землі із зовнішнім космічним електромагнітним середовищем, за допомогою якого ці оболонки сформувалися. З космічними потоками речовини та енергії в першу чергу зустрічаються дві зовнішні сфери (магнітосфера та іоносфера), далеко віддалені від поверхні нашої планети.

Дослідження геокосмосу є важливим напрямком у розвитку науки та техніки, що займається вивченням космічного простору навколо Землі. Дистанційне зондування передбачає використання інструментів для збору даних про особливості поверхні небесних тіл без їх фізичного відвідування. Робототехнічні дослідження передбачають використання роботизованих космічних кораблів для збору даних про поверхню та внутрішню частину небесних тіл. Крім цього, за допомогою супутників ми можемо отримати дані про стан космічного простору навколо Землі в реальному часі та дослідити його структуру та процеси, що відбуваються там. До місій з повернення зразків належить збір зразків гірських порід і ґрунту з небесних тіл та їх повернення на Землю для аналізу. У той же час аналіз на місці передбачає використання приладів на космічному кораблі для збору даних про хімічні та фізичні властивості небесних тіл, коли космічний корабель знаходиться на поверхні.

Комп'ютерне моделювання також є одним із важливих інструментів вивчення геокосмосу. Воно дозволяє створювати віртуальні моделі космічних систем та процесів для вивчення їх фізичних властивостей та

для симуляції процесів та явищ. Комп'ютерні моделі можуть використовуватися для дослідження руху космічних об'єктів, процесів у Сонячній системі, формування планет та зірок, для підтвердження гіпотез.

Одним із прикладів застосування комп'ютерного моделювання у космічних дослідженнях є моделювання руху планет та супутників. Вчені можуть використовувати комп'ютерні моделі, щоб прогнозувати, як зміниться орбіта планети чи супутника у майбутньому і як вона взаємодітиме з іншими об'єктами у космічному просторі.

Пропонуємо до уваги деякі проекти, які використовуються в цій сфері:

1. Universe Sandbox. Це програма, яка дозволяє користувачам створювати власні симуляції космічних об'єктів, включаючи планети, зірки і галактики.

2. SPICE. Використовується для моделювання та аналізу космічних місій.

3. NASA JPL HORIZONS: Це база даних, яка містить точні орбітальні елементи для всіх планет, супутників та комет у нашій сонячній системі.

4. Orbiter Space Flight Simulator: Це програма, яка дозволяє користувачам симулювати польоти в космосі, включаючи запуск ракет, орбітальні маневри та посадки на інших планетах.

Комп'ютерне моделювання також використовується для вивчення еволюції галактик та формування чорних дір, для відтворення процесів, що відбуваються у космічному просторі, та визначення того, як саме гравітація та інші сили впливають на формування та еволюцію галактик. Розглянемо деякі програми, які дозволяють цим займатися:

1. Illustris: Це проект, який створив комп'ютерну симуляцію формування галактик від Великого вибуху до сьогодення.

2. GADGET: Це програмне забезпечення, яке використовується для моделювання еволюції галактик та структури Всесвіту.

3. TNG50: Це проект, який використовує суперкомп'ютери для моделювання галактик у космологічній симуляції.

4. RAMSES: Це програма, яка використовується для моделювання гравітаційної взаємодії газу, зірок та темної матерії у галактиках.

Список використаних джерел:

1. Фернісс, Т. (2009) Дослідження космосу: історія та майбутнє. Темпора

2. Otsuka, Y., Shiokawa, K., Ogawa, T., Wilkinson, P. (2004) Geomagnetic conjugate observations of medium scale traveling ionospheric disturbances at midlatitude using all sky airglow imagers. *Geophys. Res. Lett.*, (31), <https://doi.org/10.1029/2004GL020262>

## КВАНТОВИЙ КОМП'ЮТЕР

Дорофеєв Д.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Орел Р.П.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. Фізики,

м. Харків, Україна

тел. +38(098) 255-45-16, e-mail: danylo.dorofeiev@nure.ua

The work is devoted to the presentation of the principles of operation of quantum computers and their elements. Proposals for the implementation of quantum computers and their impact on the modern world are considered. The state of development of the device and related technologies at this stage is evaluated. At the same time, information is provided about some features of the process of data transmission, storage and processing between quantum units of the amount of information.

Знову і знову на протязі віків люди роблять впевнені кроки назустріч своєму кращому майбутньому. Нові реалії світу кидають виклик до людства на створення нових більш ефективних технологій. Мобільна мережа, інтернет, транзистори та навіть ядерна зброя – всім цим ми зобов'язані квантовій фізиці ХХ століття. Широке розповсюдження цих винаходів створило підставу для початку другої квантової революції, яка ознаменує собою створення технологій високого рівня контролю над індивідуальними квантовими об'єктами, таких як атоми та фотони.

Основою цього «перевороту» стане розробка квантового комп'ютера, принцип дії якого буде значно відрізнятися від традиційних ПК на основі кремнієвих чипів. Їх принципова відмінність буде полягати в самому методі обробки даних.

Квантовий комп'ютер складається з трьох основних частин: області для зберігання «кубітів», пристрою для передачі сигналів квантовим бітам та класичного комп'ютера для запуску програми та надсилання інструкцій [1].



Рис. 1 – Різниця варіацій трьох бітів класичного та трьох кубітів квантового реєстрів

Якщо взяти окремий атом фосфору та помістити його у кремнієвий кристал, то за допомогою чутливо-налаштованого магнітного поля ми зможемо маніпулювати квантовим «спіном» атома, змінюючи його напрям догори або вниз. Отже, він або буде відкритим або закритим для проходження струму, таким чином він знаходиться у суперпозиції логічних станів: 0 або 1 одночасно. Подібна мікрочастинка отримала назву «квантовий біт» або «кубіт» [2]. Серед методів передачі сигналів кубітам існують передачі через мікрохвилі, лазери чи електричні напруги [1].

Обережно стикаючи ці кубіти один з одним, вони будуть зливатися між собою неначе деталі великого пазлу, формуючи тим самим так звану «квантову хмару», де кожний переворот або пересування одного окремого елемента визначає переворот або пересування всіх інших [3]. Цей особливий зв'язок кубітів, який називається квантовою заплутаністю, унікальний тим, що зі зростанням кількості використовуваних кубітів кількість оброблювальних водночас значень збільшується в геометричній прогресії. З усіх можливих комбінацій залишається лише обрати найкращий варіант, який й стане відповіддю на оброблювану команду.

На даний момент вже існують і практично використовуються комп'ютери, які застосовують квантові ефекти. Компанія D-Wave Systems, що наприкінці 2012 року продемонструвала комп'ютер на 512 кубітів, у вересні 2019 року анонсувала вихід 5000-кубітного квантового комп'ютера Advantage. Не так давно команда Google AI Quantum презентувала першу версію відкритої платформи Cirq для створення робочих алгоритмів квантового програмування.

Згодом, саме завдяки величезній швидкості розкладання на прості множники квантовий комп'ютер надасть поштовх до розвитку таких наук як криптографія, машинобудування, електроніки чи хімічній галузі. Стане також можливим точне моделювання молекулярних взаємодій та хімічних реакцій, а отже й створення нових, більш ефективних ліків.

Список використаних джерел:

1. Root Nation. (2021, 02 травня). Про квантові комп'ютери простими словами. <https://root-nation.com/ua/articles-ua/tech-ua/ua-pro-kvantovi-kompyuteri>.
2. Wayback Machine. (2017, 7 травня). Квантовий комп'ютер з кремнію стає реальністю. <https://web.archive.org/web/20150518070050/http://scienceukraine.in.ua/allnews/physics-and-tech/cybernetics/kvantovyi-komp-iuter-z-kremniiu-staie-realnistiu>.
3. PortalTele. (2021, 22 листопада). Чим квантові комп'ютери кращі за звичайні і скільки їх ще чекати. <https://portaltele.com.ua/news/technology/chym-kvantovi-komp-yutery-krashhi-za-zvyhajni-i-skilky-yih-shhe-chekaty-1.html>.

УДК 535.214

## ОПТИЧНИЙ ПІНЦЕТ: ФІЗИЧНІ ПРИНЦИПИ ЙОГО РОБОТИ ТА ГАЛУЗІ ВИКОРИСТАННЯ

Михайленко Я.Р.

Науковий керівник – доцент Чубукін Олександр Сергійович  
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. фізики,  
м. Харків, Україна

тел. +38(066) 271-49-04, e-mail: yaroslava.mykhailenko@nure.ua  
+38(068) 884-58-08, e-mail: oleksandr.chubukin@nure.ua

This work is devoted to the study of the physical operation principles of the optical instrument called optical tweezers, which allows to manipulate microscopic objects by means of laser light. The paper discusses the background to the emergence of optical tweezers, the physical principles on which their operation is based and the main types of optical traps used in such instruments. In addition, the main fields of application of optical tweezers are shown, as well as the prospects for their development.

Завдання утримання малих (порядку десятків мікрон) розмірів частинок і переміщення їх за необхідною траєкторією є досить актуальним у біології, біохімії, біофізиці та медицині. Для цих цілей у біо- і нанотехнологіях використовують інструмент, відомий під назвою "оптичний пінцет" (лазерний пінцет, оптична пастка), який за допомогою гостро сфокусованого пучка світла здатний утримувати мікрочастинки з діелектричних матеріалів [1].

Оптична маніпуляція й утримання частинок за допомогою лазерів ґрунтується на явищі тиску світла, коли випромінювання розглядається як потік частинок. Відомо, що фотон несе в собі імпульс  $p=h/\lambda$ , і під час його взаємодії з речовиною може відбуватися обмін їхніми імпульсами, у результаті чого світло змінює напрямок поширення. Це означає, що виникає результуюча сила, пов'язана з цією зміною, і за певних умов мікрочастинка, що змінила напрямок світлового потоку, піддається дії сил, які спрямовані в область підвищеної інтенсивності. До таких сил належать: *сила розсіювання* - сила, що виникає під час зміни імпульсу світла під час його проходження через речовину, *та градієнтна сила* - сила, що діє на мікрочастинку і збігається з напрямком градієнта інтенсивності поля.

Спільно ці сили можуть діяти на частинки, розмір яких набагато менший за довжину хвилі випромінювання. При цьому об'єкти, діелектрична проникність яких більша, ніж навколишнє середовище притягуються в область високої інтенсивності. Якщо ж діелектрична проникність мікрочастинок менша, то вони, навпаки, виштовхуються з цієї області. Металеві частинки відбивають світло і тому не розглядаються як об'єкти захоплення

Фізичний принцип роботи лазерного пінцета наступний. Якщо розглядати мікрочастинку як діелектричну сферу з діаметром меншим за довжину хвилі лазерного випромінювання ( $d < \lambda$ ), то при зміщенні сфери від центру пучка (рис 1.a) найбільша зміна імпульсу променів з більшою інтенсивністю викличе появу результуючої сили, спрямованої до центру пастки), під дією якої сфера зміщуватиметься до центру пучка. Коли сферу розташується в центрі пучка, як показано на малюнку (рис 1.b), сила буде спрямована вздовж центральної лінії світлового пучка і частка перестане зміщуватися.

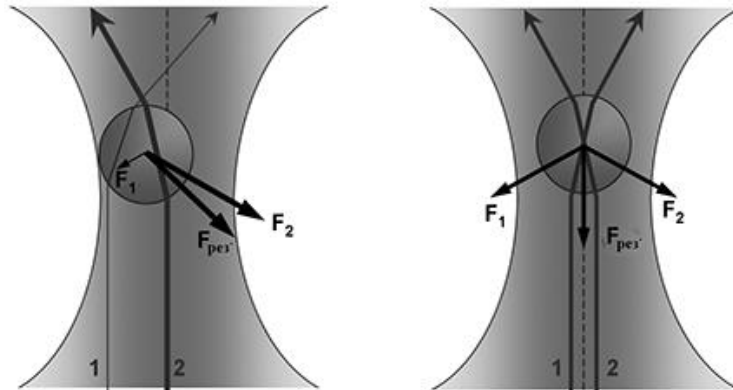


Рисунок 1 – Фізичний принцип роботи лазерного пінцету.

Даний фізичний принцип використовується в роботі основних типів оптичних пасток, до яких відносяться, однопучкові 2-D і 3-D пастки, а також двопучкова 3-D пастка, яка використовує для захоплення мікрочастинок два зустрічні гаусівські пучки [2].

Основними галузями застосування оптичних пінцетів є атомна фізика, біологія, мікрочірургія, нанотехнології та мікромеханіка. Так наприклад в біофізиці за допомогою лазерних пінцетів відбуваються маніпуляції с живими вірусами, бактеріями, та окремими молекулами ДНК. Поєднання оптичних пінцетів з використанням інших лазерних пучків, дозволяє використовувати їх в мікрочірургії. Так наприклад, можливо, захопити окрему хромосому та розрізати на її на шматочки для подальшого аналізу. Для захоплення застосовується інфрачервоний лазер-пастка (1064 нм), а розрізання як відбувається зеленим (532 нм) лазером [3]. Такий пристрій називається "оптичним скальпелем".

Список використаних джерел:

1. Лазерні щипці – Вікіпедія. Вікіпедія – Вільна енциклопедія. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Лазерні\\_щипці](https://uk.wikipedia.org/wiki/Лазерні_щипці).
2. Ashkin A. Optical trapping and manipulation of neutral particles using lasers /A. Ashkin. – Singapore: World Scientific, 2006. – P. 439.
3. Dynamic trapping and manipulation of biological cells with optical tweezers /X. Li, C. C. Cheaha, S. Hub, et al. // Automatica. – 2018. – Vol.49. – I. 4. –P. 1058–1067.

УДК 535.417

## **РОЗВИТОК ПРИНЦИПІВ ПОБУДОВИ ТРИМІРНИХ ДИНАМІЧНИХ ГОЛОГРАМ**

Кащєєв В.А.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Орел Р.П.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. Фізики,  
м. Харків, Україна

тел. +38(098) 828-97-55, E-mail: vladyslav.kashcheiev@nure.ua

Advances in the principles of constructing three-dimensional dynamic holograms is shown. Development of techniques for building 3D dynamic holograms and progress in the principles of creating dynamic 3D holograms are presented. Evolving principles for the construction of 3D dynamic holograms is reviewed.

Голографічний вентилятор - це інноваційний метод відображення, який використовує голографію та обертове віяло для створення 3D-зображень, які здаються левитуючими в повітрі [1]. Вентилятор складається з серії лазерних світлодіодів, розташованих по колу лопатей, які відображають зображення у швидкій послідовності, створюючи ілюзію тривимірного зображення.

Голографічний вентилятор має потенціал революціонізувати спосіб відображення візуального вмісту, пропонуючи унікальний і захоплюючий спосіб демонстрації продуктів, послуг та інформації. Він вже використовується у різних сферах, зокрема в рекламі, розвагах та освіті, і виявляється потужним інструментом для створення ефекту занурення та залучення аудиторії.

Однією з найважливіших переваг голографічного вентилятора є його здатність створювати 3D-зображення без використання спеціальних окулярів чи обладнання. Це робить його доступним для широкого кола аудиторії, незалежно від її віку, статі чи технологічних знань. Крім того, цей вентилятор є портативним і легко встановлюється, що робить його ідеальним для використання в різних місцях від великих заходів і виставок до невеликих роздрібних магазинів і приватних будинків.

Голографічний вентилятор використовує звичайні фото та відео для створення тривимірних зображень шляхом запису інтерференційної картини на світлочутливу матрицю. Ця картина містить інформацію про фазові та амплітудні характеристики хвилі світла, яка відображалася від об'єкта, і може бути відтворена у вигляді голограми. Голографічний вентилятор працює за допомогою створення лазерного променя, який проектує зображення на невеликий об'єкт у центрі пристрою, який називається "голограматором". Потім вентилятор розповсюджує цей промінь по всьому простору, створюючи тривимірне зображення, яке можна побачити з різних кутів.

Головним елементом голографічного вентилятора є голограма, яка проектується на поверхню, що обертається. Рух повітря навколо поверхні створює підйомну силу, яка утримує проекцію у повітрі і дозволяє їй здаватися тривимірною. Таким чином, голографічний вентилятор поєднує технології голографії та аеродинамічної левітації, щоб створювати тривимірні зображення у повітрі.

Розглянемо головні принципи роботи голографічного вентилятора [2]:

1. Створення зображення. Спочатку потрібно створити зображення, яке ви хочете відобразити. Для цього використовується спеціальний програмний інструмент, який створює графічний файл, що складається з серії двовимірних зображень.

2. Перетворення зображення. Для того, щоб голограму можна було відображати у повітрі, її потрібно перетворити на тривимірне зображення. Для цього використовується комп'ютерний алгоритм, який розбиває голограму на тисячі малих точок, а потім обчислює шлях світла через кожну точку, щоб створити об'ємне зображення.

3. Проекція зображення. Після перетворення зображення воно передається на пристрій, який використовує лазерний промінь, щоб проектувати світлове зображення на поверхню, яка називається "екраном повітря". Екран повітря створюється за допомогою обертаючогося вентилятора, який створює стіну з повітря, що рухається на такій швидкості, що світлові промені можуть відобразитися і створити тривимірне зображення.

4. Оновлення зображення. Для того, щоб створити плавне та живе зображення, голографічний вентилятор оновлює зображення багато разів за секунду, створюючи ефект руху та динаміки.

Голографічний вентилятор – це захоплююча технологія, яка все ще перебуває на ранніх стадіях розробки, але демонструє величезний потенціал для створення нових і захоплюючих можливостей як для компаній, так і для окремих осіб. У міру подальших досліджень і розробок ми можемо сподіватися на більш інноваційні застосування та використання цієї технології в майбутньому.

Список використаних джерел:

1. H. Yoshikawa and T. Yamaguchi, Computer-generated holograms for 3D display, Chinese Optics Letters, vol. 7, no.12, pp. 1079–1082, 2009.

2. H. I. Bjelkhagen and E. Mirlis, Color holography to produce highly realistic three-dimensional images, Applied Optics, vol. 47, no. 4, pp. A123–A133, 2008.

## ТЕХНОЛОГІЯ APC В СУПУТНИКАХ STARLINK

Артюх В.С.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Орел Р.П.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. Фізики

м. Харків, Україна

тел. +38(063) 815-75-17, e-mail: vladyslav.artiukh@nure.ua.

The Adaptive Phase Correction (APC) technology used in the Starlink satellite internet system is shown. How APC uses artificial intelligence algorithms to automatically adjust the phase synchronization between the satellite and the terminal is considered. The importance of a fast and reliable Internet connection and how APC helps to achieve this are presented.

Інтернет є одним з найважливіших винаходів людства, оскільки він надає людям доступ до величезної кількості інформації та ресурсів. Починаючи від новин та наукових статей до відеоуроків та розважальних матеріалів. Це робить освіту, наукові дослідження та повсякденне життя більш ефективними та продуктивними.

Погане з'єднання може сповільнити швидкість завантаження веб-сторінок, відео та інших файлів. Це може призвести до тривалих затримок, які можуть загальмувати роботу або ускладнить використання інтернет-ресурсів.

Starlink – супутникова інтернет-система, розроблена SpaceX, яка забезпечує швидкий доступ до Інтернету через супутники на низькій навколосемній орбіті. Для зв'язку із супутниками Starlink потрібні термінали для підключення до супутникової мережі. Однією з ключових технологій, що використовуються в системі Starlink для зв'язку з терміналами, є Adaptive Phase Correction (APC). APC – це технологія, яка оптимізує фазову синхронізацію між терміналом і супутником, що призводить до покращення якості зв'язку та зменшення затримки [1].

Одним з ключових принципів технології APC є використання обладнання з алгоритмами штучного інтелекту для автоматичного налаштування фазової синхронізації. Система Starlink збирає велику кількість даних про стан супутників, терміналів та погодні умови, щоб точно визначити оптимальні параметри фазової синхронізації. За допомогою цих даних алгоритми штучного інтелекту можуть швидко та ефективно коригувати значення фазової синхронізації, забезпечуючи найкращу якість зв'язку [2].

Технологія APC використовує антени з активним елементом для поліпшення зв'язку між терміналом та супутником. Ці антени можуть швидко та ефективно налаштовуватися на різних частотах, що дозволяє підтримувати якість зв'язку в умовах зі значними електромагнітними завадами.

Не менш важливо що ця технологія використовується в супутниках для автоматичного керування потужністю сигналу, що передається. Фізичний принцип роботи APC заснований на використанні зворотного зв'язку та адаптивної регуляції посилення.

Адаптивний підсилювач потужності в супутниках дозволяє автоматично регулювати рівень потужності сигналу, що передається в залежності від зміни умов передачі, таких як відстань до земної станції і перешкоди в каналі зв'язку. Це дозволяє зберігати стабільність та якість передачі даних, а також скорочувати споживання енергії та збільшувати термін служби супутників [3].

При передачі сигналу від супутника Starlink до земного приймача супутник і приймач перебувають у русі відносно один одного. Якщо супутник рухається до землі, то його переданий сигнал буде стиснутим і його частота буде вищою, ніж вона була б у спокої. Це явище має назву ефекту Доплера. Якщо ж супутник віддаляється від землі, то його переданий сигнал буде розтягнутим і його частота буде нижчою, ніж вона була б у спокої.

Супутники системи Starlink справляються з ефектом Доплера шляхом використання двох основних методів. Перший метод – «Автоматична корекція» частоти, суть якого полягає в тому, що кожен супутник Starlink оснащений точним атомним годинником, який генерує стабільну високочастотну хвилю. Другий метод – «Ретрансляція сигналів», це коли користувач на Землі надсилає сигнал на супутник, то супутник отримує цей сигнал на частоті, яка може бути змінена через ефект Доплера.

Загалом технологія APC є важливим компонентом системи Starlink, яка забезпечує швидкий і надійний доступ до Інтернету через супутники на низькій навколосемній орбіті, а також для зменшення ризику зіткнення з іншими об'єктами у космосі. Без цієї технології система Starlink не змогла б функціонувати настільки ефективно, як це робиться зараз.

Список використаних джерел:

1. Starlink: що це таке, як працює та хто зможе ним користуватися в Україні <https://ms.detector.media/it-kompanii/post/29166/2022-03-13-starlink-shcho-tse-take-yak-pratsyuie-ta-khto-zmozhe-nym-korystuvatysya-v-ukraini/>

2. Як працює система Starlink <https://www.the-village.com.ua/village/city/how-it-works-city/325497-gid-po-starlink>

3. SpaceX. Adaptive Phase Correction (APC) - Starlink Terminal Tech. <https://www.starlink.com/technology>

УДК 53.06:[681.84:004.04]

## ОПТИЧНИЙ ЗАПИС ТА ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ: ТЕХНОЛОГІЇ ТА ВИКОРИСТАННЯ

Дрогіна О.Л.

Науковий керівник – к.ф.-м.н., доц. Коваленко О.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. фізики,  
м.Харків, Україна

тел. +38(095) 689-94-71, e-mail: [oleksandra.drohina@nure.ua](mailto:oleksandra.drohina@nure.ua).

This work is devoted to the investigation of the physical foundations of optical recording and information processing. The history of the creation of optical recording and information processing technology is presented. The foundation of the optical recording of information is studied. The most important parameters of the optical recording medium are highlighted. A number of environments of different classes that allow performing reversible optical recording are given. The functional scheme of recording and processing optical information in the most general form is given. Modern technologies of optical recording are studied.

Історія створення технології оптичного запису та обробки інформації бере свій початок з вивчення фотографії. У 1930 році український фізик Е.А. Кирилов відкрив явище зменшення струму під дією світла та показав, що воно пов'язане з утворенням прихованого зображення [1]. Створення лазерів в 1961 р. привело до появи нової хвилі теоретичних і прикладних досліджень у вивченні оптичних методів обробки та передачі інформації.

Оптичний запис інформації засновано на світлоіндуцируючих процесах в реєструючому середовищі, які призводять до зміни стану або форми носія. Для цього можна використовувати зміну будь-яких фізично-хімічних властивостей реєструючого середовища.

Найважливіші параметри оптичного реєструючого середовища:

1) питома енергія  $W$ , що характеризується питомою світлочутливістю середовища  $S$ , що дорівнює величині вхідного сигналу, при якому досягається задане відношення сигнал/шум у вихідному сигналі (Дж/см<sup>2</sup>) [2]:

$$W = \frac{1}{S} \quad (1)$$

2) роздільна здатність  $R$  (в мм<sup>-1</sup>) або щільність запису (біт/см<sup>2</sup>, біт/см<sup>3</sup>);

3) енергія, яка необхідна для запису одного біта інформації, що характеризує інформаційну світлочутливість  $S_{\text{інф}}$  (Дж/біт);

4) оборотність запису, що характеризується числом циклів перезапису, можливість запису у часі. Питома та інформаційна світлочутливості середовища пов'язані співвідношенням [2]:

$$S_{\text{інф}}^{-1} = kS \times R^2 \quad (2)$$

де  $k$  – коефіцієнт, залежить від способу виміру  $R$ .

5) світлочутливість середовища змінюється не більше 11 порядків, відповідно,  $W$  від 1 до  $10^{-11}$  Дж/см<sup>2</sup>.

Енергія запису одного біта інформації змінюється від  $10^{-9}$  Дж/біт до  $10^{-16}$  Дж/біт (для найбільш чутливих галогенідосрібних середовищ) і до  $5 \cdot 10^{-15}$  Дж/біт (для найбільш чутливих несрібних середовищ).

Ряд середовищ різних класів дозволяє виконувати оборотний оптичний запис. До таких середовищ відносяться халькогени  $TeO_x$ , оксиди ванадію  $VO_x$  та гетероструктурні фототермопластичні середовища.

У найзагальнішому вигляді функціональна схема запису та обробки оптичної інформації наведена на рис. 1.

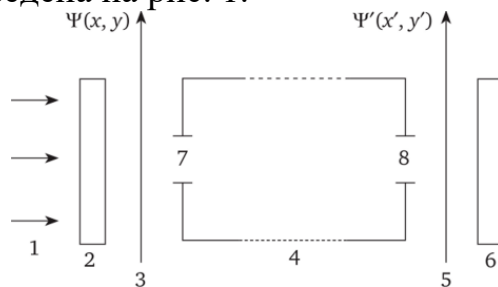


Рисунок 1 – Функціональна схема запису та обробки оптичної інформації [3]: 1 – плоска монохроматична хвиля; 2 – об'єкт; 3 – вхідна площина; 4 – оптична система; 5 – вихідна площина; 6 – світлочутливий елемент; 7 – вхідний отвір; 8 – вихідний отвір.

Сучасні технології оптичного запису:

- 1) 4K Ultra HD Blu-ray;
- 2) Holographic Versatile Disc (HVD);
- 3) Archival Disc (AD);
- 4) DNA носії;
- 5) Оптичні сенсори, які використовуються для вимірювання фізичних параметрів.

Список використаних джерел:

1. Грушицька, І. Б., & Сухотеріна, Л. І. (2015). Є. А. Кирилов – фундатор одеської школи наукової фотографії. Наука та наукознавство, (3), 131.

2. Черкасов, Ю. (б. д.). Оптическая запись информации. Энциклопедия физики и техники. [http://femto.com.ua/articles/part\\_2/2613.html](http://femto.com.ua/articles/part_2/2613.html).

3. Козярьський, І. П. (2019). Фотоелектроніка та оптоелектронні прилади. Чернівецький національний університет. [https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/136/Koziarskyi\\_IP\\_Photoel\\_and\\_optoel.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/136/Koziarskyi_IP_Photoel_and_optoel.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (Оригінал опубліковано 2019 р.)

УДК 530.191:616

**ЗАСТОСУВАННЯ ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛІЗУ В МЕДИЧНІЙ  
ФІЗИЦІ: ВИВЧЕННЯ СТРУКТУРИ ТКАНИН, ДІАГНОСТИКА  
ХВОРОБ ТА АНАЛІЗ СИГНАЛІВ**

Косовцов Д.І.

Науковий керівник – старший викладач кафедри фізики Онищенко А.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра  
фізики

м. Харків, Україна

тел. +38(050) 601-08-52, e-mail: [danylo.kosovtsov@nure.ua](mailto:danylo.kosovtsov@nure.ua)

This science work delves into the applications of fractal analysis in medical physics, with an emphasis on tissue structure analysis, disease diagnosis, and signal analysis.

This work aims to demonstrate the effectiveness of fractal analysis in understanding the complex nature of biological systems and its potential to revolutionize the field of medical diagnostics and patient monitoring.

The study examines tissue samples and explores the identification of pathological changes by analyzing their fractal dimensions; fractal analysis techniques to medical signals, such as electrocardiograms.

This approach aids in detecting irregular patterns and anomalies, providing a deeper understanding of the physiological processes associated with various medical conditions.

Фрактальний аналіз важливий у медичній фізиці, дозволяючи вивчати складні структури та системи організму. Він застосовується у вивченні мікроструктури кісткової тканини, діагностиці раку грудей та хронічних захворювань легень, а також дослідженні структури судинної системи мозку при ішемічному інсульті, що сприяє покращенню діагностики та лікування пацієнтів.

Не менш важливим інструментом в медичній фізиці є фрактальний аналіз для дослідження структур тканин, систем організму, діагностики хвороб та аналізу медичних сигналів (ЕКГ, ЕЕГ, активність м'язів). Він допомагає виявити складні закономірності, які традиційні методи не можуть розкрити.

Однак, маютья обмеження: чутливість до шуму і вибір масштабу аналізу. Майбутнє фрактального аналізу може включати використання машинного навчання та штучного інтелекту для автоматичного аналізу.

Глибокі нейронні мережі з фрактальними характеристиками можуть покращити діагностику та аналіз медичних сигналів. Фрактальний аналіз допомагає вивчати динаміку розвитку хвороб, як приклад ракових пухлин, що може сприяти розробці нових методів лікування.

У медичних областях фрактальний аналіз має потенціал у сферах клітинної біології, генетики, фармакології та психіатрії.

Наприклад, він може допомогти вивчити клітинну морфологію, геноми, розподіл лікарських засобів або мозкові механізми психічних розладів, сприяючи розробці нових діагностичних та лікувальних методів.

Фрактальний аналіз відкриває можливості в медичній фізиці та суміжних галузях, вимагаючи нових методів адаптації до біологічних систем та інтеграції з машинним навчанням.

Це сприяє розробці методів діагностики, лікування та покращенню медичної допомоги. Також може розвиватись через інтеграцію з методами, як хаос-теорія, стохастичні моделі та мережі зв'язків, сприяючи розумінню самоорганізації та адаптації організмів.

Ще одним потенційним напрямком розвитку фрактального аналізу може бути його застосування у дослідженні взаємодії між різними галузями медичної науки. Наприклад, фрактальний аналіз може сприяти розробці міждисциплінарних моделей, що описують взаємодію між генетичними, клітинними, молекулярними та фізіологічними процесами, пов'язаними з розвитком хвороб. Такі моделі можуть допомогти краще розуміти механізми розвитку хвороб та розробляти нові стратегії їхньої профілактики та лікування.

**Висновок.** Фрактальний аналіз є потужним інструментом у медичній фізиці, сприяючи відкриттю нових закономірностей у функціонуванні живих систем та розробці ефективних методів діагностики, лікування та профілактики хвороб.

Щоб реалізувати цей потенціал, науковці повинні розвивати нові методи, інтегрувати фрактальний аналіз з сучасними технологіями та співпрацювати з експертами з різних галузей медицини.

Список використаних джерел:

1. Bassingthwaighte J., Leibovitch L., West B. *Fractal Physiology*. New York: Oxford University Press, 1994.
2. Di Ieva A. *The Fractal Geometry of the Brain*. Berlin: Springer, 2019.
3. Fractal dynamics in physiology: alterations with disease and aging / A. Goldberger et al. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2002. Vol. 99, no. 1. P. 2466–2472.
4. Losa G., Nonnenmacher T. *Fractals in Biology and Medicine*. Basel: Birkhäuser, 2005.
5. Texture analysis of medical images / G. Castellano et al. *Clinical Radiology*. 2004. Vol. 59, no. 12. P. 1061–1069.

УДК 621.373.8-022.532

## ПЛАЗМОННИЙ НАНОЛАЗЕР: ФІЗИЧНІ ПРИНЦИПИ РОБОТИ ТА ГАЛУЗІ ВИКОРИСТАННЯ

Логінова А.О.

Науковий керівник – к.т.н., доцент Чубукін О.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. фізики,  
м. Харків, Україна

тел. +38(095)752-44-59, e-mail: [anastasiia.lohinova@nure.ua](mailto:anastasiia.lohinova@nure.ua)

+38(068) 884-58-08, e-mail: [aleksandr.chubukin@nure.ua](mailto:aleksandr.chubukin@nure.ua)

In recent years, a lot of research has focused on the development of new ultra-small lasers. The greatest progress has been made in the development of semiconductor lasers. A fundamentally new approach in miniaturization of lasers is the use of plasmonic fields instead of photonic fields. In contrast to photonic fields, plasmonic fields allow localization of light in sizes smaller than the diffraction limit of radiation, which in turn allows overcoming the diffraction limitation of reducing the laser dimensions down to several nanometers.

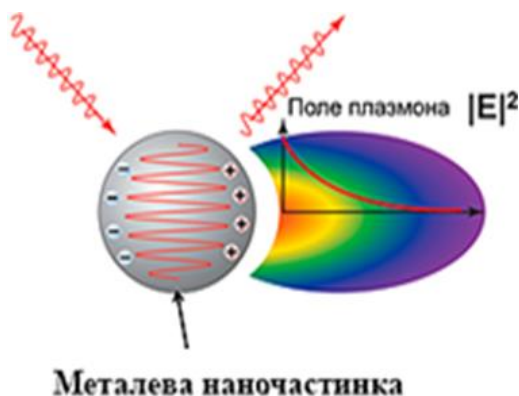
The work discusses the basic physical principles of laser radiation generation using plasmonic fields, discusses the structure and characteristics of several types of plasmonic nanolasers, as well as their possible applications.

Останні роки багато досліджень було спрямована на розвиток нових лазерів надмалого розміру. Найбільшого прогресу досягнуто з напівпровідниковими лазерами. Принципово новим підходом у мініатюризації лазерів є використання плазмонних полів замість фотонних. Плазмонні поля локалізують світло в розмірах, менших за дифракційну межу, що дає змогу подолати дифракційне обмеження на зменшення геометричних розмірів лазера.

Плазмонні поля або плазмони виникають внаслідок взаємодії коливань густини електронного газу в речовині та електромагнітних полів, що їх збуджують.

Генерація плазмонів відбувається при появі плазмонного резонансу-явища, при якому частота коливань збуджуючого зовнішнього електромагнітного випромінювання (світла) співпадає з частотою власних

колективних коливань електронів, що знаходяться всередині металевої плівки або металевої частинки (рис.1)[1]. В наслідок цього створюється плазмонне поле, яке являє собою когерентне випромінювання, що генерується плазмонними лазерами .



Металева наночастинка

Рис.1. Збудження та розподіл інтенсивності плазмонного поля навколо наночастинки із збудженим плазмоном.

Основними елементами плазмонного нанолазера, так само як і фотонного лазера, є *активне середовище*, *джерело накачки* *активного середовища* та *резонатор*. Активне середовище слугує для збудження плазмонів у резонаторі. В якості його, як правило, використовуються оболонки або плівки з діелектриків, що містять оптично активні атоми; резонатором слугує металева наночастинка або поверхня, яка обернена таким діелектриком.

Процес генерації випромінювання в нанолазерах відбувається наступним чином: металева частинка обернена в діелектричну оболонку постійно освітлюється електромагнітною хвилею з частотою  $\omega_p$  та інтенсивністю  $I_p$  (рис.2). Ця хвиля накачує оптичне середовище, та збуджує атоми, спричиняючи перехід  $|g\rangle \rightarrow |p\rangle$ , після чого атоми швидко і безвипромінювально переходять зі стану  $|p\rangle$  в  $|u\rangle$  завдяки випусканню фононів. Після чого відбувається резонансний перехід між станами  $|u\rangle$  і  $|l\rangle$ , який супроводжується появою випромінювання с частотою  $\omega$ , близькою до частоти цього переходу  $\omega_{ul}$  [2].

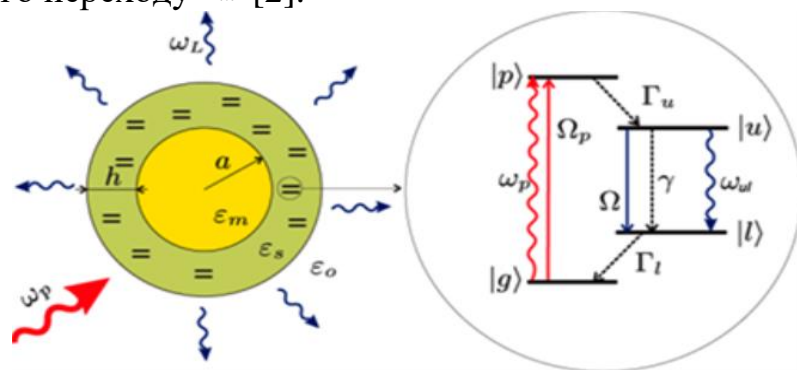


Рис. 2 – Досліджувана система і структура рівнів активних атомів

Мотивацією досліджень в області нанолазерів є можливість локалізації і маніпуляції електромагнітною енергією на субхвильовій просторовій шкалі. Це дозволяє розглядати плазмонні нанолазери як перспективні джерела електромагнітної енергії в фотонних інтегральних схемах, біомедичних сенсорах, для оптичного зв'язку та зберігання даних.

Список використаних джерел:

1. Jayasmita Jana, Mainak Gangulyb, Tarasankar Pal (2016) Enlightening surface plasmon resonance effect of metal nanoparticles for practical spectroscopic application. RSC Advances, DOI: 10.1039/c6ra14173k
2. Парфеньев, В.М (2016) Нелинейные явления в плазмонике и гидродинамике: теория спазера и генерация завихренности

поверхностными волнами. URL: <https://www.itp.ac.ru/ru/dissertation-council/thesis/fulltexts/2016-06-17.pdf>

## ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ОПТИЧНОГО ЗАПИСУ ТА ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

Кононенко К.О.

Науковий керівник - к.т.н., доцент Чубукін О.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. БІТ,  
м. Харків, Україна

тел. +380506230924, e-mail: [kateryna.kononenko@nure.ua](mailto:kateryna.kononenko@nure.ua)

This work is devoted to the physical foundations of optical recording and information processing. The principle of operation of the method of optical recording of information and its processing are considered. It is told about the history of optical recording of information and its stages. The structural laughter of optical methods of information processing is given. The main advantages of optical information processing systems are mentioned. The areas of practical use of optical information processing systems are established.

Історію оптичного запису можна розділити на кілька окремих важливих внесків. Піонери оптичного запису працювали незалежно, та його розробки можна розбити на кілька етапів[1]:

- світловідбивний диск (Компан та Крамер)
- прозорий диск (Грег)
- дискета (Рассел)
- жорсткий диск (Компан та Крамер)
- сфокусований лазерний промінь для зчитування через прозору підкладку (Компан та Крамер).

В основі оптичних методів обробки інформації (ОМОІ) лежать явища перетворення просторово-модульованих оптичних сигналів в оптичних пристроях та системах на принципах як геометричної, так і хвильової оптики. Оптична обробка інформації здійснюється в оптичному процесорі - аналоговому оптичному або оптоелектронному пристрої, певним чином змінює амплітуду і фазу просторово-модульованого оптичного сигналу, що містить інформацію про об'єкт. Загальна структурна схема ОМОІ наведено на рис. 1.

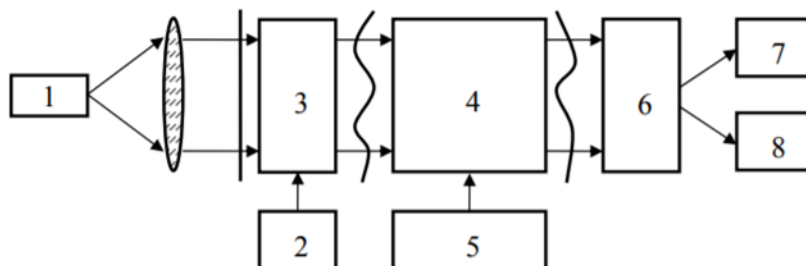


Рисунок 1 – Структурна схема ОМОІ

Структурна схема ОМОІ: 1 - джерело світла; 2 - джерело інформації; 3 - пристрій введення інформації (керований транспарант); 4 - оптичний процесор; 5 - пристрій пам'яті (архівне та оперативне); 6 - пристрій виведення інформації (наприклад, на основі ПЗЗ); 7 - комп'ютер; 8 - пристрій відображення інформації.

Основні переваги систем оптичного оброблення інформації:

- 1) Велика інформаційна ємність;
- 2) Багатоканальність (велика кількість паралельно оброблюваних каналів);
- 3) Висока швидкодія;
- 4) Багатофункціональність (інтегральні перетворення Фур'є, Френеля, Гільберта та інших., обчислення двовимірних згорток, кореляції та інших.).

Оптичні системи обробки інформації поділяються на системи із застосуванням некогерентних (світлодіоди, лампи розжарювання, газорозрядні джерела) та когерентних (лазери) джерел світла.

Оптичні аналізатори та процесори сигналів, що використовують некогерентне світло, були першим прикладом реалізації пристроїв оптичної обробки інформації.

Найбільшої популярності останніми роками набули когерентні оптичні методи обробки інформації.

Області практичного використання систем оптичної обробки інформації: мобільні системи розпізнавання та обробки зображень, бортові системи орієнтації та наведення у військовій техніці, пристрої виділення слабких сигналів на фоні пасивних та активних перешкод, радіолокаційні станції з синтезованою апертурою, високопродуктивні обчислювальні машини, метрологія, робототехніка, неруйнівний контроль[2].

Список використаних джерел:

1. Contributors to Wikimedia projects. Оптическая запись информации - Википедия. *Википедия – свободная энциклопедия.* URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Оптическая запись информации](https://ru.wikipedia.org/wiki/Оптическая_запись_информации) (дата звернення: 25.03.2023)

2. Богатырева, В. В., Дмитриев А. Л. Оптические методы обработки информации : учебное пособие. Санкт-Петербург. 2009

УДК 537.87:613.648

## ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ НА ЛЮДИНУ

Башлай Є.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. каф. фіз. Мешков С.М.  
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІУС  
м. Харків, Україна  
тел. +38(068) 813-77-09, email: yeva.bashlai@nure.ua.

The text examines the topic of electromagnetic fields and their impact on human health. It is explained that electromagnetic fields are a component of the environment and have various sources. A list of household appliances is provided and the range of dangerous distances for them is indicated. The research of scientists in this field was considered and recommendations were given to minimize the negative impact of electromagnetic fields on human health.

Розвиток прогресу в усіх сферах життя створив для людей штучне середовище існування і електромагнітні поля (ЕМП) є важливою складовою частиною цього оточення.

Електромагнітні випромінювання (ЕМВ) розділені по довжинах хвиль (м) та по частотах (Гц): гама, рентгенівське, ультрафіолетове, видиме, інфрачервоне, радіохвилі, низькочастотні, космічні.

Джерела ЕМП поділяють на природні (атмосферна електрика, радіовимірювання з космосу, електричне та магнітне поле Землі) та штучні (лінії електропередач (ЛЕП), телевізійні та радіотрансляційні станції, радіолокаційні та радіонавігаційні установки, трансформатори високої частоти, вимірювальні, лабораторні, медичні прилади, побутова техніка).

В залежності від потужності та модуляції (засобів змін) дія ЕМП на здоров'я людини може бути: корисною (або навіть лікувальною), нейтральною та шкідливою. Вплив ЕМП на організм людини залежить від щільності потоку енергії, частоти випромінювання, тривалості впливу, режиму опромінення, розмірів опромінюваної поверхні тіла, індивідуальних особливостей організму.

Останнім часом було проведено велику кількість досліджень негативного впливу на людину ЕМП побутових приладів, які застосовуються у повсякденному житті. Результати останніх досліджень наведені у таблиці.

Прилад (за ступенем негат. впливу на людину)	Небезпечна відстань, м	Запропонований час користування, год
мобільний телефон	-	1,5
мікрохвильова піч	0,3	
телевізор	1,5 – 2	2
комп'ютер	0,8	3
холодильник	0,3 – 1,5	
електрочайник	0,25	
електроплитка	0,3	

Найбільш поширеними і найчастіше використовуваними приладами є мобільні телефони. При довготривалому використанні мобільних телефонів можливі дегенеративні процеси центральної нервової системи, рак крові, пухлини мозку, гормональні захворювання. ЕМВ частотою > 1МГц розігріває тканини організму, це призводить до руйнування білків у клітинах, що викликає відмирання клітин, виникнення пухлин, ослаблення біохімічної активності білкових молекул; вплив на обмін речовин та ендокринну систему; зміну структури клітин крові. Дослідження показали, що в осіб, які опромінювались ЕМП, ймовірність розвитку раку лімфатичної системи і кровотворних органів більше в 6,7 рази, раку щитовидної залози - у 4,3 рази.

Також важливо згадати, що електромагнітні поля використовуються в медицині. Наприклад, магнітно-резонансна томографія (МРТ) базується на використанні сильних магнітних полів та радіочастотного випромінювання. Їх застосування дозволяє отримати цінну інформацію про стан органів та тканин людини.

У результаті досліджень можна зробити висновок, що остаточно позбутися впливу електромагнітних полів у наші часи практично неможливо через високі темпи науково-технічного прогресу.

Можливим захистом від ЕМВ є такі дії:

- зменшення часу, проведеного поруч з електронною технікою, або використання захисних засобів;
- обирання електронної техніки, яка відповідає вимогам безпеки та має сертифікати відповідності;
- використання гарнітури для зв'язку за межами мобільного телефону;
- уникання використання мобільного телефону в зоні поганого зв'язку, де підвищений рівень випромінювання;
- встановлювання спеціальних екранувальних матеріалів для зниження рівня ЕМВ в приміщеннях.

Список використаних джерел:

1. Вплив електромагнітного випромінювання на організм людини. (2018, 17 вересня). <https://cutt.ly/cO47Xp5>
2. Бірдус, Л.В. (2013) Негативний вплив електромагнітного випромінювання на здоров'я та працездатність людини: Матеріали V науково-практичної конференції «Концептуальні засади формування менеджменту в Україні», 34-37.
3. Антипов, В.В, Давидов, &Б.І., Тихончук, В.С. (2002). Біологічна дія, нормування та захист від електромагнітних випромінювань, 177.

## СЕНСОРИ НА ОСНОВІ ПОВЕРХНЕВОГО ПЛАЗМОННОГО РЕЗОНАНСУ ТА ГАЛУЗІ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ.

Лобас І.В.

Науковий керівник - к.т.н., доцент Чубукін О.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. БІТ,  
м. Харків, Українател. +38(067)120-32-08, e-mail: [ihor.lobas@nure.ua](mailto:ihor.lobas@nure.ua)

This work is devoted to the study of the functioning principles sensors based on surface plasmon resonance, which used for biochemical analysis

Плазмонний резонанс (ППР) – це резонансні коливання електронів при збудженні поверхневого плазмона на його резонансній частоті зовнішньою електромагнітною хвилею.

Приклад - схема «геометрія Кречмана» (рис1). За певних умов поверхневі плаزمони збуджуються під впливом поляризованого світла [1].

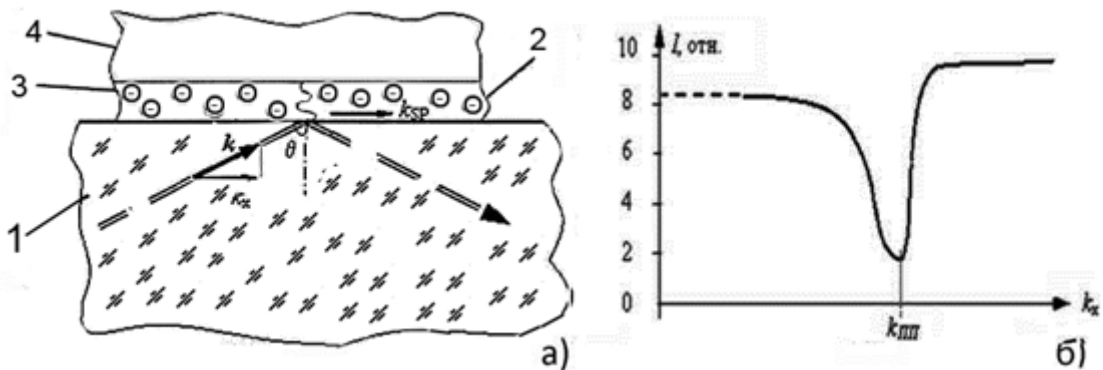


Рисунок 1. а) схема геометрії проходження променя: 1 - прозоре середовище; 2- металева плівка; 3 - згасаюча електромагнітна хвиля; 4 – рідина, що досліджується; б) крива ППР: I - інтенсивність відбитого світла;  $k_x$  - проекція хвильового вектора на площину плівки;

Поляризоване світло визначеної частоти проходить скрізь оптично прозору призму із скла 1 з відносно великим показником заломлення і падає під заданим кутом на тонку золоту плівку 2, яка нанесена на поверхню скла та може зв'язуватись з різноманітними молекулам. Кут падіння повинен бути завбільшки кута повного внутрішнього відбиття. Частина світла проходить в метал і розповсюджується в ньому у вигляді швидко згасаючої електромагнітної хвилі 3, яка збуджує коливання електронної плазми - «поверхневі плаزمони» Має місто резонанс .

ППР може бути використаним для виявлення біологічних домішок наступним чином. На поверхні золотої плівки висаджують шар органічних молекул, концентрацію яких необхідно визначити (аналіт) (рис. 2а).

Вимірюючи величину зсуву мінімуму кривої ППР, визначають концентрацію біохімічних речовин та мікрочастинок (вірусів, бактерій, антитіл) у розчині.

Приклад конструкції портативного біосенсора наведено на рис.2.б

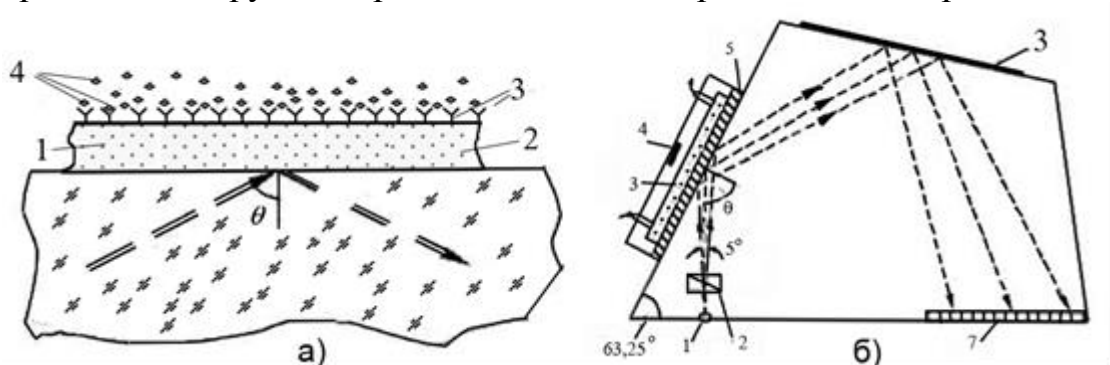


Рисунок 2. а) Схема спостереження ППР при наявності аналіту: 1 – прозоре середовище; 2 – металеве середовище; 3 – чутливий шар; 4 – молекули аналіту. б) Конструкція портативного біосенсора: 1 – світлодіод; 2 – поляризатор; 3 – проточна кювета; 4 – термістор; 5 – чутлива золота поверхня; 6 – дзеркально-відбивний шар.

В якості призми використовується модуль, залитий прозорим компаундом з високим показником заломлення. До чутливої поверхні ззовні герметично приєднується проточна комірka. 3. Термістор 4 дозволяє при необхідності підтримувати задану температуру рідини, що прокачується. Світлодіод 1 біля 5 випромінює пучок світла з кутовим розходженням, з якого поляризатор 2 виділяє складову, поляризовану в необхідній для спостереження ППР площині. Світло відбивається від чутливої, а потім від дзеркальної поверхонь і потрапляє на лінійку фотодетекторів. На кожен елемент цієї лінійки падають промені, відбиті від чутливої поверхні під своїм кутом і на кожному елементі формується електричний сигнал, пропорційний інтенсивності світла, відбитого у відповідному напрямку. Сукупність цих сигналів містить інформацію про кутовий розподіл інтенсивності відбитого світла, тобто про криву ППР. Концентрацію аналіту визначають за зміщенням кута резонансу[2].

ППР використовується в медичній діагностиці, а також для аналізу якості харчових продуктів і моніторингу навколишнього середовища.

Список використаних джерел:

1. Lavers, C., Jenkins, D. (2018) Optical Surface Plasmon Resonance Monitoring in a High Salinity Environment for Long Duration Sensing Applications. SCIREA Journal of Metallurgical Engineering. Volume 3, Issue 1, PP. 1-12.

2. Badia, A. (2007) Surface Plasmon Resonance (SPR) Spectroscopy Theory, Instrumentation & Applications. CHEM 634 McGill University January

UDK 621.396.6:620.179

## **NON-DESTRUCTIVE CONTROL IN INDUSTRY**

Lysenko D.O. Zozulya V.A.

Scientific supervisor - senior lecturer Myagkyi O.V.

Kharkiv National University of Radio Electronics,  
14, Nauky Ave, Kharkiv, 61166, tel +38(057) 70 - 21 - 345

e-mail: [d\\_ph@nure.ua](mailto:d_ph@nure.ua)

In this work, we will focus on the non-destructive testing of objects. It is difficult to overestimate the importance of these methods because timely analysis of defects saves a lot of money. The existence of a defect can cause damage not only to the object itself but also to the entire automated system in which it is involved. This causes significant losses that can be prevented by non-destructive testing. Special attention was paid to thermal methods of non-destructive testing. We have considered the subtypes of this method and identified their differences.

Ukraine's industry is one of the most important sectors of the national economy, as it provides a significant amount of production, income, and employment. At the same time, the operation of industrial enterprises is associated with the risk of accidents and equipment damage, which can lead to significant losses for both the enterprise and society in general. That is why it is important to apply non-destructive control, which will allow us to identify defects and damage in materials and structures without destroying them.

This method provides safety and efficiency for industrial enterprises, reduces the risk of accidents, and increases the durability of the equipment. NDC includes a variety of methods, including visual, magnetic particle, ultrasonic, X-ray, and other methods.

The use of NDC allows for maintaining high-quality production, reducing the cost of repair and replacement of equipment, and improving the safety of employees and the public in general. NDC is an essential element of the quality management system at industrial enterprises and plays an important role in ensuring the sustainable development of Ukraine's industry.

Thus, the importance of NDC in the Ukrainian industry cannot be overestimated. This method ensures the safety and efficiency of industrial enterprises, maintains product quality, and is a necessary element of the quality management system at enterprises.

Non-destructive control ( NDC) is a combination of methods that makes it possible to analyze the quality and integrity of materials, structures, and products without their destruction. This type of control is used to detect internal and external defects that can lead to significant damage in the process of exploitation.

There are several types of NDC, each of which is used depending on the specific task and material parameters:

1. Ultrasonic control is a method based on the use of high-frequency sound. Ultrasound identifies problems in the internal structure of the material, such as cracks, welds, dislocations, and corrosion damage. Magnetic powder control is a method that uses a magnetic field to detect defects and weaknesses in steel and

iron products. Magnetic particles are applied to the surface of the material, which is exposed to a magnetic field. As a result, cracks, inclusions, and other issues are detected.

2. Radiographic control is a method that uses X-rays to detect flaws and defects in materials. X-rays pass through the material and are recorded on a special film or electronic detector. Radiographic inspection detects cracks, welds, inclusions, and other flaws.

3. Visual control is a method that uses visual analysis to determine defects and weaknesses in materials. With the help of special equipment, visible damage such as cracks, fading, corrosion deposits, and other defects are identified.

4. Electromagnetic control is a method that uses an electromagnetic field to detect imperfections and defects in materials. The electromagnetic field can detect metal inclusions, cracks, disturbances inhomogeneity, and other defects.

5. Extensional strain control is a method used to determine the mechanical characteristics of materials. Extensional strain control determines the maximum loads that a material can withstand, and also its strength and flexibility.

6. Thermal control is a method that uses thermal fields to detect weaknesses and defects in materials. The limitation of the TC is that it is not suitable for materials with low thermal conductivity, and it does not allow a determination of the exact size and shape of defects.

Each of these methods has its benefits and limitations, so the choice of NDC method depends on the specific task and material parameters. However, the use of NDC allows you to identify weaknesses and defects in materials and structures with sufficient accuracy which ensures their safety and durability.

Let's take a closer look at how the thermal method works. It is used for the detection of cracks, inclusions, corrosion wear, zones of microstructure change, and other problems that affect thermal conductivity and other material parameters. During use, a thermal field is created in the material, for example, by heating the surface of the material, using ultrasonic heating, or other methods. After that, the temperature field is measured on the surface of the material and the temperature changes in the depth of the material are studied using thermal imaging equipment. By analyzing these data, it is possible to determine the heat distribution in the material and identify defects. The advantage of TMNC is that it allows you to detect defects that are not visible using other methods of non-destructive control. Also, this method is quite efficient and accurate, and its use does not require temperature reduction or other radical measures. The types of TNC include: active, passive, and combined.

Active TMNC involves the use of an energy source to heat the sample and observe temperature changes on its surface. This method requires an external energy source. After the sample is heated, the temperature distribution on its surface is recorded using a temperature-sensitive apparatus. The obtained data is then processed using special software to identify defects in the material.

Passive TMNC uses thermal radiation from the sample to determine defects. The sample is not heated from the outside but gives off its thermal energy. This energy is then measured by a thermal camera or other thermal sensors. By using

software and analyzing the temperature distribution on the surface of the sample, defects can be detected.

Active and passive TMNC have their advantages and disadvantages and are used depending on the specific task and requirements. Active TMNC allows control over wider ranges of material thickness and detects defects in areas with high air convection but requires an energy source. Passive TMNC is usually used to inspect thin objects or areas with small defects but may be less effective in detecting deep defects.

Pulsed (combined) non-destructive control ("PNDM") is a method that combines different types of non-destructive control to obtain maximum information about the object under observation. This method usually involves a combination of visual, ultrasonic, magnetic, thermal, and radiographic control. PNDM allows you to obtain more accurate and detailed information about the object under observation and reduce the number of false rejections in diagnostics by combining control methods. It is widely used in industry, in particular in aviation, oil and gas, metal fabrication, and other sectors.

For example, PNDMs typically use ultrasonic control to detect defects on the surface and inside the object, magnetic control to recognize defects related to the magnetic properties of the material, thermal control to determine defects related to temperature anomalies, and radiographic control to identify defects that cannot be found by other methods.

As a result of the research, we can conclude that non-destructive control is an effective and reliable method of diagnostics and control of materials and structures used in industry. It allows the detecting of various defects and malfunctions that can reduce the quality and safety of products and allows monitoring of them at all stages of production. It is important to note that non-destructive control is a necessary part of safe and high-quality production, so it should be applied at all stages of production and operation of products. At the same time, it is important to keep in mind that non-destructive control is not a universal method and has its limitations, so using it requires the professional knowledge and skills of specialists, as well as the usage of additional control methods. Further development of non-destructive control methods and their improvement will improve the quality of control and reduce production costs, which is an urgent task for most industrial sectors.

#### References:

1. Стороженко В.А. Термография в диагностике и неразрушающем контроле : [Монография] / В.А. Стороженко, В.А. Маслова. – Х.: Смит, 2004. – 160с.
2. Масленников Г.К., Будадин О.Н., Автоматизированная тепловизионная лаборатория «ВЕМО-2000». // Новости теплоснабжения, № 7(11), 2001г., с.37-40.

**УДК 004.056:658.512.011.56**

**СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА ВИРОБНИЧИХ  
ПРОЦЕСІВ**

УДК 621.396.946:316.77

## МОБІЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ВІД НИХ

Позняков Д.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Хондак І.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки м. Харків,  
Україна

тел. +38(098)5186433, e-mail: [dmytro.pozniakov@nure.ua](mailto:dmytro.pozniakov@nure.ua)

This work is devoted to new mobile technologies, without which modern life is impossible and protection against their negative impact.

Наразі, мобільні технології постійно удосконалюються. Вони складаються з портативних пристроїв двостороннього зв'язку, обчислювальних пристроїв і мережевих технологій, які їх з'єднують. На даний момент типом мобільних технологій є пристрої з підтримкою інтернету, такі як смартфони, планшети та годинники. Це останнє у прогресії, яка включає двосторонні пейджери, ноутбуки, мобільні телефони, GPS-навігаційні пристрої тощо. Комунікаційні мережі, які з'єднують ці пристрої, у загальній формі називають бездротовими технологіями. Вони дозволяють мобільним пристроям обмінюватися голосом, даними та програмами. Кількість користувачів смартфонів перевищила 3 мільярди.

Типи мобільних мереж: стільникові мережі, WiFi, Bluetooth, мережа 4G.

Ключові можливості мобільних технологій: масштабованість, повторне використання, хмарна розробка, управління мобільністю, безпека [1].

Вплив мобільних технологій на наше життя. Мобільні телефони стали частиною нашого повсякденного життя, і, окрім спілкування, ми маємо широкий вибір програм, які можуть значно полегшити наше життя. За допомогою наших мобільних пристроїв ми можемо читати книги, слухати музику, фотографувати, дивитися відео, грати в ігри, створювати та редагувати документи, отримувати медичний висновок і багато іншого. Таким чином, люди проводять все більше часу за своїми телефонами, збільшивши час їх використання майже на 50% з 2019 по 2020 рік.

Негативний вплив мобільних телефонів на наше життя

1. Марна трата часу. Незважаючи на те, що ми любимо те, що сучасні смартфони можуть зробити для нас, ця технологія також має недолік. Нещодавнє дослідження цифрової аналітичної фірми Flurry показує, що на диво ми проводимо в середньому майже 3-4 години на день, дивлячись на наші розумні пристрої, тобто майже один день на тиждень! В порівнянні з 2019 роком, у 2020 люди почали проводити на 39% більше часу за своїми смартфонами.

2. Залежність. Залежність від телефону має назву: номофобія, страх залишитися без зв'язку по мобільному телефону. Тому ознакою залежності є не лише витрачання надто багато часу на наші пристрої, але й страх не мати їх при собі. Як і будь-яка інша форма залежності, дослідження показують, що люди, залежні від своїх телефонів, часто мають ознаки депресії, тривоги та інших форм проблем із психічним здоров'ям. За дослідженнями експертів з США, у 2020 році майже 66% людей мали ознаки номофобії, зараз ця цифра значно збільшилася.

3. Відволікання. Інше дослідження, цього разу проведене Університетом штату Флорида, говорить, що сповіщення зі смартфона можуть погіршити нашу концентрацію, навіть будучи короткими, вони достатньо відволікають увагу, щоб вплинути на вашу здатність зосередитися на певному завданні, знижуючи ефективність, спонукаючи до невідповідних для завдання думок і блукаючий розум. Це може бути дуже небезпечно в деяких конкретних ситуаціях, наприклад, під час водіння, просте сповіщення може спричинити серйозні аварії. [2]

Висновок. Необхідно зменшити негативні наслідки цієї залежності. Один із способів – скоротити час, який витрачається на телефон і спілкуватися віч-на-віч. Не покладатися на телефон для виконання кожної невеликої задачі. Зосередитися на тому, що дійсно важливо в житті. Щоб не проводити весь час у смартфонах, виконати наступні кроки [3]:

- Підсумуйте, скільки часу ви проводите перед смартфоном.
- Видаліть усі свої сповіщення.
- Не використовуйте режим вібрації.
- Не тримайте телефон у полі зору.
- Знайдіть собі цікаву заміну.

Щоб процес відвикання від гаджетів пройшов легше, варто сформувати нові звички. Дуже важливо на цьому шляху не йти на жодні компроміси та поступки, не робити собі поблажок [4].

Список використаних джерел:

1. Mobile technology IBM – Deutschland. URL: <https://www.ibm.com/topics/mobile-technology> (дата звернення: 13.02.2023).

2. The Impact of Mobile Technology In Our Lives. Mobiversal. Mobile app architects. URL: <https://blog.mobiversal.com/the-impact-of-mobile-technology-in-our-daily-life.html> (дата звернення: 13.02.2023)

3. Поради - Healthy Habits. URL: <https://healthy-habits.com.ua/advice> (дата звернення: 13.02.2023).

4. Українська правда \_Життя. Як проводити менше часу у смартфоні: 10 простих способів. Українська правда. Життя. URL: <https://life.pravda.com.ua/society/2019/11/18/238962/> (дата звернення: 13.02.2023).

## ЗАСОБИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗОРУ ДЛЯ ПРАЦЮЮЧИХ ЗА КОМП'ЮТЕРОМ

Дам-Васильєва Чанг Анжеліка

Науковий керівник – к.т.н., доц. Пронюк Г.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки,  
61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Охорона праці, тел. (057) 702-13-60  
тел. +38(093) 101-05-14, e-mail: [chanh.dam-vasylieva@nure.ua](mailto:chanh.dam-vasylieva@nure.ua)

This report examines the problem of vision impairment while using a computer and discusses ways to prevent dry eye syndrome that can occur in people. Currently, almost any profession in the modern world involves spending a lot of time in front of a computer screen or other gadget, which causes a strong strain on the eyes. Let's consider the causes of deterioration not only of vision, but also of well-being, learn about how to preserve your vision. We will also consider glasses against the blue light emitted by the monitor, their types of coating and lenses.

У сучасних реаліях все більше людей обирають онлайн-кар'єру, оскільки вона дає можливість працювати віддалено з будь-якої точки світу. Крім того, зараз стала популярною онлайн-освіта, і люди можуть здобувати знання, не виходячи з дому. Коли людина працює за комп'ютером, вона відчуває емоційне напруження і починає менше моргати. В результаті очі висихають, і у людини може розвинутися синдром сухого ока або навіть у більш тяжких випадках синдром комп'ютерного зору. Науковці робили спроби зв'язати випромінювання з такими захворюваннями, як діабет, рак і захворювання серцево-судинної системи, однак прямий зв'язок не був доказаний. Вважається, що випромінювання від планшетів, телевізорів і смартфонів негативно впливає на сітківку ока, ушкоджує клітини органа. А от негативний вплив на шкіру тільки вивчається. Однак у людей, які вже мають проблеми з шкірою, синє світло може погіршити стан, викликаючи запалення.

Звичайно, є кілька простих правил, щоб уникнути напруги очей:

1. Екран не повинен бути яскравішим за навколишнє освітлення.

Якщо ви багато працюєте в таких умовах, потрібно або збільшити рівень освітлення у приміщенні, або зменшити яскравість монітора.

2. Недостатньо просто купити монітор, який підтримує функції захисту від мерехтіння з технологією Flicker Free. Але ще важливо правильно розмістити монітор. Відстань від комп'ютера до очей має бути приблизно 60-70 см.

3. Під час роботи за комп'ютером очі становляться сухими, тому потребують додаткового зволоження. Необхідно використовувати очні краплі для зволоження. Вони всі мають у складі гіалуронову кислоту та

вітаміни, які допомагають зволожити око. А щоб підібрати потрібні очні краплі, необхідно проконсультуватися з фахівцем.

4. Сидіть рівно. Коли людина сидить криво під час використання ноутбуку чи планшету, вона напружує спину і голову, що може викликати спазм судин. А він, зі свого боку, може викликати зниження зору.

5. Крім того, зберегти зір допоможуть спеціальні вітаміни, які насичують сітківку ока і зменшують прояви комп'ютерного синдрому. Це вітамінний комплекс, який містить цинк і лютеїн - пігмент, що забезпечує нормальну роботу сітківки ока. Крім підтримки нормального зору, необхідно включити в свій раціон рибу, моркву, червоні і зелені продукти.

Синє випромінювання небезпечне тим, що воно знижує в організмі концентрацію мелатоніну. Тому можете вибрати окуляри зі спеціальними фільтрами, які блокують випромінювання синього спектру, яке випромінює екран. Вони бувають декількох видів:

1. Мають тонкоплівкове покриття, яке запобігає випромінюванню синього світла. Такі моделі є бюджетним варіантом. Бо їх не можна носити більше 4 годин на день, оскільки окуляри повністю блокують синій спектр, порушуючи нормальне сприйняття зображення. Тривале використання таких окулярів може призвести до головного болю або розвитку депресії.

2. Покриття, яке вибірково пропускає корисний спектр і блокує синє світло. Такі окуляри дорожчі, але їх можна носити весь день, не втомлюючись.

Які ж існують види покриттів для лінз: антистатичне, антиблікове, металізоване, що світиться, гідрофобне. А форма лінзи підбирається з урахуванням особливостей зорової системи користувача ПК. Лінзи Single vision пропонуються людям як з нормальним зором, так і з невеликими відхиленнями. Пацієнтам з вадами зору рекомендується вибирати біфокальні лінзи.

Отже, головне - дотримуватись порад фахівців, не носити окуляри довше визначеного часу, а також відпочивати та робити вправи для очей.

Список використаних джерел:

1. Vikna.tv. (б. д.). Як покращити та зберегти зір, працюючи за комп'ютером? <https://vikna.tv/dlia-tebe/porady/ya-praczyuyu-za-kompyuterom-czilyj-den-yak-zberegty-zir-u-takyh-umovah/>

2. Ek.ua. (б. д.). 5 порад, як зберегти зір під час роботи за комп'ютером <https://ek.ua/ua/post/1449/157-5-sovetov-kak-uberech-zrenie-pri-rabote-za-kompyuterom/>

3. Visiobud.com. (б. д.). Комп'ютерні окуляри – все про окуляри для комп'ютера <https://www.visiobud.com/uk/2021/08/12/komp-yuterni-okulyari-vse-pro-okulyari-dlya-komp-yutera/>

## **ВИКОРИСТАННЯ VR ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ**

Лі Н.Д.

Науковий керівник – к. техн. н., доц. Пронюк Г.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. охорони праці, тел.: (057)702-13-60)

E-mail: [nikita.li@nure.ua](mailto:nikita.li@nure.ua)

The purpose of the article is to analyze the study of using the VR technology during preparing specialists of different frameworks. Particular attention is given to theme of immersion study in our realities. Also it compares using immersion studying in the different spheres of studying like military and building spheres. The articles presents the views on different ways of immersion studying and it`s phases. Finally we can understand benefit of using VR (virtual reality) technologies in modern kind of studying and practical using of it. Immersion studying technologies can improve process of preparing specialists significantly.

Наразі людство перебуває у стані постійного розвитку. Кожен день з'являються нові технології, нові ідеї та нові розробки. Розвиток окремих галузей впливає не тільки на них самих, але й може мати вплив на абсолютно різні сфери. Яскравим прикладом є сфера VR (virtual reality) технологій. Цифрові технології VR зараз використовують для ігор, навчання, лікування, проведення складних операцій з трансплантації. Найпопулярнішим способом використання VR технологій є відеоігри.

Найкориснішою сферою використання VR є підготовка різноманітних фахівців, тобто навчання. Головною перевагою використання таких технологій є можливість повного занурення у модель ситуації та здатність відчутти і проаналізувати позитивні чи негативні наслідки тих чи інших дій, а також змоделювати варіанти розвитку подій. Поняття імерсивності розуміється як «занурення», «ефект присутності». Вона дозволяє якісно інакше поглянути на застосування сучасних технологій занурення, зокрема технологій віртуальної реальності, розширюючи і поглиблюючи її. Імерсивний спосіб навчання, включає в себе структуру пізнання, а також сукупність деяких прийомів, способів інтерактивної, продуктивної взаємодії учасників освітньої програми та об'єктів вивчення.

Стрімкий розвиток і удосконалення комп'ютерних технологій дозволив розширити вплив і збільшити використання імерсивних способів навчання. Використання доповненої реальності AR (Augmented Reality), віртуальної реальності VR та змішаної реальності MR (Mixed Reality) надають можливість створювати умови для навчання в безпечному, доступному, відкритому цифровому навчальному середовищі.

Однією зі сфер використання технологій віртуальної реальності в

навчальному процесі є підготовка військових фахівців. Мобільні додатки, онлайн-заняття та віртуальна реальність стали частиною повсякденного життя та докорінно змінили уяву щодо процесу отримання інформації та знань. Адже відомо, що лише певна частина людей добре сприймає будь який навчальний матеріал за допомогою читання, решта ж краще сприймає візуальну інформацію. Набагато ефективніше та економніше проводити практику з новим військовим обладнанням саме у віртуальній реальності, а лише потім закріплювати на полігоні здобуті навички та знання, адже на підготовку одного бійця потрібно витратити велику кількість різноманітних боєприпасів задля ефективного проведення бою. Технології «занурення» виключають затратність та зменшують ризики військового навчального процесу.

Також віртуальні технології допомагають досліджувати космос, адже для космонавтів є неймовірно важливим робити все без помилок. В непридатному для життя космосі лише один неправильний рух може коштувати спеціалістам життя. В процесі підготовки космонавта практика є ключовим аспектом. Саме «повне занурення» дає можливість майбутньому космонавту поринути у світ космосу та керувати космічним шатлом, перебуваючи на Землі. Навчившись керувати космічною ракетою у віртуальній реальності, космонавт має набагато менше шансів допустити помилку, ніж якби навчання проходило без такої ефективної практики.

Не стала виключенням і сфера будівництва. Віртуальні технології вплинули і на таку повсякденну для нас сферу як спорудження нових будівель. За допомогою «ефекту присутності» архітектор може змодельовати свою роботу у тривимірному просторі та дослідити сумісність тих чи інших матеріалів. За допомогою VR окулярів можна побачити готову роботу архітектора чи дизайнера інтер'єру, не будуючи нічого, таким чином полегшується робота в цій сфері. Можемо сказати, що VR технології мають дуже великий вплив на сферу підготовки різноманітних спеціалістів, від архітекторів до космонавтів. Технології імерсивного навчання набувають все більшої популярності, технології тривимірного простору покращуються та удосконалюються, а це значить що наше майбутнє саме за віртуальними технологіями.

Список використаних джерел:

1. Мельник І., Задерей Н., Нефьодова Г. Доповнена та віртуальна реальність як ресурс навчальної діяльності студентів. URL: <http://itcm.compsc.if.ua/2018/melnuk.pdf> (дійсне на 19.02.2023)
2. Трач Ю. VR-технології як метод і засіб навчання. Освітологічний дискурс. 2017. № 3-4 (18-19). С. 309-322.
3. Curcio Igor D. D., Dipace Anna and Norlund, Anita. Virtual realities and education» Research on Education and Media. Vol.8. №2. 2017. P. 60-68.

УДК 502

**ПРИСТОСУВАННЯ ЖИВИХ СИСТЕМ ДО ЗВИЧАЙНИХ УМОВ  
ІСНУВАННЯ ПРИ ВПЛИВІ НА ДОВКІЛЛЯ ТЕХНОГЕННИХ  
ФАКТОРІВ**

Косовцов Д.І.

Науковий керівник – к.т.н. , завідувач кафедри охорони праці  
Стиценко Т.Є.

Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра ОП  
м. Харків, Україна

тел. +38(050) 601-08-52, e-mail: [danylo.kosovtsov@nure.ua](mailto:danylo.kosovtsov@nure.ua)

The theme of adaptation of living systems to normal conditions of existence at influence on environment of technogenic factors is actual and important for modern world. Through industrialization and technological progress, mankind has been able to create and use various technical means, which have a significant impact on the environment and nature. At the same time, the biological systems that exist in such conditions must adapt to new conditions of existence, which can have a great impact on their health and viability. The paper will consider the main technological factors influencing the environment and living organisms, as well as mechanisms of adaptation of living systems to these factors. The study includes analysis of the influence of air pollution, water and soil, radiation, noise, and vibration on different organisms.

Зміна клімату та техногенні фактори загрожують життю багатьох видів організмів, що потребує уваги від науковців та екологів. Живі системи можуть використовувати генетичні зміни та адаптації для пристосування до змін у довкіллі, наприклад, рослини можуть розвивати більш густі листя, а риби можуть змінювати поведінку.

Проте, техногенні фактори можуть перешкодити цьому, призводячи до вимирання видів, зменшення популяцій риб та зміну клімату, що може вплинути на розподіл та взаємодію видів у екосистемах.

Законодавство забороняє використання небезпечних речовин у виробництві для зменшення їх впливу на довкілля та здоров'я людей. Багато країн надають екологічні субсидії компаніям з мінімальним впливом на довкілля. Щоб зберегти біорізноманітність, організації та уряди встановлюють національні парки та заповідники з метою збереження природних екосистем.

За даними МООП, кількість видів, що знаходяться під загрозою зникнення, зростає, а різноманітність життя на планеті зменшується. Живі системи можуть використовувати механізми пристосування, такі як еволюція, фізіологічні та поведінкові механізми для виживання в умовах, які їм несприятливі. Фізіологічні механізми включають зміни в структурі та функціях органів та систем органів живих істот.

Інша стратегія адаптації до техногенних факторів - зміна поведінки тварин. Деякі види птахів тепер будують гнізда на високих будівлях замість дерев. Деякі тварини залишаються в місцях зимівлі, де є доступ до їжі через людську діяльність.

Відновлення живих організмів можливе після невеликої дози техногенних факторів, якщо середовище не забруднюється далі. Але забруднення, що перевищує певний поріг, може мати серйозні наслідки для живих систем, наприклад, масову загибель риб та інших водних організмів.

**Висновок.** Отже, пристосування живих систем до змін у довкіллі, спричинених техногенними факторами, може відбуватися на різних рівнях організації: від генетичного рівня до рівня поведінки. Ці пристосування можуть бути корисними, але також можуть мати негативні наслідки для живих систем і природного середовища загалом.

Для збереження та забезпечення стійкості екосистем, необхідно зменшувати вплив техногенних факторів на природне середовище та вдосконалювати методи їх контролю. Пристосування живих систем до звичайних умов існування при впливі на довкілля техногенних факторів є важливим процесом, який дозволяє зберігати біологічну різноманітність та екологічний баланс.

Однак, для досягнення цієї мети необхідно приймати відповідальні рішення та використовувати новітні технології та інновації, які дозволять зменшити вплив людської діяльності на природу та зберегти її для майбутніх поколінь.

Список використаних джерел:

1. Contributors to Wikimedia projects. Adaptation - Wikipedia. Wikipedia, the free encyclopedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Adaptation>.

2. What Helps Animals Adapt (or Not) to Climate Change? State of the Planet. URL: <https://news.climate.columbia.edu/2018/03/30/helps-animals-adapt-not-climate-change/>

3. Wong B. B., Candolin U. Behavioral responses to changing environments. Behavioral Ecology. URL: <https://academic.oup.com/beheco/article/26/3/665/233718>.

4. Безпека життєдіяльності. Забезпечення соціальної, техногенної та природної безпеки: Навчальний посібник/ В.В. Бегун, І.М. Науменко – К.: 2004. – 328с.

5. Желібо Є. П., Заверуха Н. М., Зацарний В. В. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів освіти України I-IV рівнів акредитації/ за ред. Є. П. Желібо і В.М. Пічі. – Львів: “Новий Світ”, 2002. – 328 с.

УДК 504.5-047.64:54-4

## **МЕТОД ДОВГОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ЗОНИ ХІМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ**

Книш А.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Стищенко Т.Є.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ОП,  
Харків, Україна

тел. +38(099)4627701 e-mail: [anna.knysh@nure.ua](mailto:anna.knysh@nure.ua)

This article describes the types of chemical contaminants, the sources of their occurrence and the consequences they have on the environment; The method of long-term forecasting of the zone of chemical contamination of the territory, mathematical models to predict the expansion of the zone of chemical pollution on which it is based, the stages that make up long-term observation of chemical pollution and analysis of its further behavior in the environment are investigated.

З часів виникнення перших двигунів внутрішнього згорання, теплових електростанцій, заводів та фабрик однією з найсерйозніших екологічних проблем є забруднення навколишнього середовища.

Розуміння різних типів хімічного забруднення, їх наслідків та методів їхнього моніторингу має вирішальне значення, оскільки результати неконтрольованого хімічного забруднення для навколишнього середовища можуть бути фатальними.

Хімічне забруднення поділяється на антропогенне природне. Джерелом антропогенного хімічного забруднення може бути сільське господарство та промислова діяльність людини. Найпоширенішими джерелами забруднення є сільськогосподарські стоки, неправильна утилізація небезпечних відходів, промисловість, в наслідок діяльності якої в атмосферу потрапляють такі викиди як, наприклад, H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, Cl<sub>2</sub>, NO, HCN, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, останні два з яких є причиною парникового ефекту і в наслідку цього глобального потепління.

Природними джерелами хімічного забруднення можуть бути виверження вулканів, що супроводжується активним викидом в атмосферу вуглекислого газу, галогенідів водню, які можуть викликати кислотні дощі, діоксидів сірки, які шкідливі для тварин і пошкоджують озоновий шар, сірководню[1]; лісові пожежі, під час яких виділяється CO<sub>2</sub>.

Метод довгострокового прогнозування зони хімічного забруднення території є комплексним підходом для прогнозування масштабів і тяжкості хімічного забруднення певної території. Він поєднує в собі використання різноманітних наукових методів, щоб проаналізувати, як довкілля ймовірно зміниться та як це може вплинути на здоров'я та безпеку людей, які живуть на цій території.

Використовуючи даний метод, можна ідентифікувати зони ризику хімічного забруднення, оцінювати та контролювати потенційне забруднення, а також оцінювати потенційні заходи з відновлення.

Для точної оцінки ситуації проводяться наступні дії:

1. Відбір хімічних проб
2. Дослідження кількості викидів хімічних речовин промисловістю та транспортними засобами:

3. Створення математичної моделі

Розробка математичної моделі має на меті передбачати поведінку забруднюючих речовин у навколишньому середовищі з плином часу.

Для цього використовують такі моделі як:

- стаціонарна та нестаціонарна модель Гауса
- конвекційно-дифузійна модель
- модель адсорбції
- фотохімічна модель
- модель Пасквілла-Брігса
- модель Сеттона

4. Підтвердження ефективності обраної моделі у конкретній ситуації

Наступним кроком після обрання конкретної моделі, за допомогою якої досліджуватимуть поширення хімічних забруднювачів, є перевірка даної моделі шляхом порівняння її прогнозів з фактичними вимірами забруднюючих речовин у навколишньому середовищі задля підтвердження її ефективності в заданій ситуації.

5. Використання отриманих результатів для подальшого моніторингу стану хімічного забруднення певної території

Список використаних джерел:

1. United States Geologic Survey. (2022-05-07). Volcanic gases can be harmful to health, vegetation and infrastructure <https://www.usgs.gov/programs/VHP/volcanic-gases-can-be-harmful-healthvegetation-and-infrastructure>

## **ІНТЕРНЕТ БЕЗПЕКА: ЯК ЗАХИСТИТИ СВОЇ ДАННІ ТА СВОЄ ЖИТТЯ В ОНЛАЙН ПРОСТОРИ**

Збітнєв Д.С.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Пронюк Г.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки,  
61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Охорона праці, тел. (057) 702-13-60  
тел. +38(095) 664-25-74, e-mail: danyil.zbitniev@nure.ua

Today, the number of Internet users is constantly growing. Especially for young people the Internet has become an information environment without which they cannot imagine life. The paper considers the key aspects that ensure the safety of the user on the Internet.

Безпека людини у техносфері вивчає різні за походженням та типом дії небезпеки виробничого та побутового середовища. Однак в останні десятиліття наша виробнича і побутова діяльність змінилася. Ми живемо в час швидкості, час стрімкої передачі інформації. Крім того, ковід пандемія і її наслідки кардинально змінили виробничі процеси: люди все більше працюють віддалено, використовуючи кожен день групові чати, платформи обміну даними і ін. Збиток від кіберзлочинності в 2022р. склав 8,4 трлн доларів та за даними експертів досягне 20 трлн доларів до 2026 р.

У зв'язку з цим особливого значення набувають питання, пов'язані з кібергігієною. Поняття кібергігієни набагато ширше, ніж тільки захист персональних даних, і включає в себе вивчення впливу на людину дигіталізації, розробку нормативів і заходів як з інформаційного захисту людини, так і з оздоровлення інформаційного середовища. Можна сформулювати набір елементарних правил інформаційної безпеки, які мають постійно актуалізуватися в міру розвитку технологій:

1. Не надавайте нікому свої дані. У мережі є багато спокусливих пропозицій: «Ваш номер виграв в лотереї!», при цьому вас можуть запитати PIN-код банківської картки, особисті данні і т.п. Найкраще припинити спілкування, навіть якщо пропозиція дуже спокуслива.

2. Перевіряйте інформацію. Не поширюйте новини із занадто великими заголовками, можливо, це фейк. Запитайте обізнаного друга чи перевірте інформацію на інших сайтах. Якщо вас просять пожертвувати гроші на операцію або поширити щось подібне, також важливо перевірити інформацію. Пам'ятайте, що шахраї часто видають себе за благодійників.

3. Захист паролем. Ви користуєтеся Instagram щодня чи робите покупки в інтернет-магазинах? І напевно, ви всюди використовуєте той самий пароль. Змінюйте пароль кожні 2-3 місяці та використовуйте різні складні паролі. Зберігайте паролі в надійному місці, а ще краще - запам'ятовуйте їх, а не записуйте.

4. Використовуйте багатофакторну аутентифікацію, яка додає нові рівні безпеки з використанням біометричних даних (розпізнавання обличчя, відбитків пальців). Ви маєте пароль у Google, Facebook, Instagram, а вони пропонують двофакторну аутентифікацію? Погоджуйтеся! Вам зателефонують або надішлють код, тож ваші дані в соцмережах будуть у ще більшій безпеці.

5. Використовуйте офіційні додатки, тоді ви можете бути впевнені, що ваш комп'ютер чи смартфон не буде заражений жодними вірусами.

6. Не підключайтеся до публічної мережі Wi-Fi або використовуйте для цього VPN (не безкоштовний). Проте краще користуватися мобільною мережею.

7. Не натискайте на посилання, які вам незнайомі. Навіть якщо вони переслані вам від друзів. Часто зловмисникам достатньо, щоб ви натиснули на це посилання, і вони отримують доступ до вашого профілю і ваших особистих даних.

8. Не додавайте незнайомих людей до списку своїх контактів в соціальних мережах, бо вони можуть надсилати повідомлення іншим людям в статусі вашого друга.

9. Переконайся, що сайт, який ви використовуєте, має https, а не http. HTTPS – це розширення протоколу HTTP для підтримки шифрування з метою підвищення безпеки, HTTP "стає" HTTPS за наявності SSL-сертифікату. Це ознака того, що це не шахраї та користувач сміливо може проводити сплату на цьому сайті.

10. У свою чергу не довіряйте повідомленням від незнайомих акаунтів чи номерів, які представляються вашими друзями або знайомими ваших друзів. Спробуйте погуглити своє ім'я та подивіться, скільки особистої інформації про вас є в Інтернеті: де і з ким ви відпочивали, вчилися, як зовуть ваших родичів, і навіть як звали вашу домашню тварину. Усі ці дані можуть бути використані проти вас.

Дотримання кібергігієни сьогодні стає питанням особистої безпеки. Зрештою, кількість шахрайства в Інтернеті, факт втручання в особистий простір, поширення неправдивої інформації та інше зараз набуває ознак епідемії. Тому гігієна Інтернету стала не лише гарячою темою суспільних дискусій, а й предметом дослідження та формулювання правил його використання на державному рівні.

Список використаних джерел:

1. Безпека в інтернеті: найпростіші правила захисту даних. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://www.bbc.com/ukrainian/blogs-51444737>

2. Як захистити свої дані в інтернеті. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://thedigital.gov.ua/news/yak-zakhistiti-svoi-dani-v-interneti>

УДК 504.5:628.4.047]:621.311.25

## **МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЗА ВИКИДАМИ ШКІДЛИВИХ ВІДХОДІВ НА АТОМНИХ СТАНЦІЯХ**

Єсипенко В.Ю.

Науковий керівник - к.т.н., доцент, завідувач кафедри Стиценко Т.Є.  
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ОП,  
м. Харків, Україна  
тел. +380960842039, e-mail: [vladsaske2005@gmail.com](mailto:vladsaske2005@gmail.com).

This text discusses the importance of controlling and minimizing harmful waste emissions in nuclear power plants. Several methods of handling radioactive waste, including storage, processing, and burial, are presented. Additionally, the use of emission-reducing technologies, such as advanced fuel technologies and chemical composition monitoring systems, are highlighted. The role of radiation control in limiting the release of harmful waste is also emphasized. Overall, the text serves as an introduction to the various methods used to manage and reduce the negative impact of nuclear power plant waste on the environment and human health.

Атомні електростанції (АЕС) виробляють електроенергію, використовуючи тепло, що утворюється в результаті ядерних реакцій. Під час роботи цих установок утворюється значна кількість радіоактивних відходів, які можуть завдати шкоди навколишньому середовищу та здоров'ю людей, якщо їх не утилізувати належним чином. Тому важливо контролювати та мінімізувати викиди шкідливих відходів на АЕС.

Розглянемо існуючі методи контролю за викидами шкідливих відходів на атомних електростанціях.

### 1. Поводження з радіоактивними відходами:

Поводження з радіоактивними відходами є важливим аспектом контролю за викидами шкідливих відходів на атомних електростанціях. Існує декілька методів поведінки з радіоактивними відходами, включаючи зберігання, обробку та захоронення.

Одним із найпоширеніших методів є зберігання радіоактивних відходів у спеціально розроблених контейнерах, поки вони не стануть безпечними для захоронення.

Для перетворення радіоактивних відходів у стабільну тверду форму, яку можна безпечно зберігати, також можна використовувати такі методи обробки, як склування.

Нарешті, методи утилізації, такі як глибоке геологічне захоронення, включають захоронення відходів глибоко під землею, щоб запобігти їх контакту з навколишнім середовищем.

### 2. Технології зниження викидів:

Ще одним ефективним методом контролю викидів шкідливих відходів на атомних електростанціях є використання технологій зменшення викидів.

Ці технології покликані зменшити кількість радіоактивних відходів, які утворюються під час роботи станції. Наприклад, передові технології палива, такі як змішане оксидне паливо, можуть зменшити кількість радіоактивних відходів, які утворюються під час ядерної реакції.

Подібним чином передові системи контролю хімічного складу води можуть зменшити кількість радіоактивних відходів, які утворюються під час процесу охолодження.

### 3. Радіаційний контроль:

Важливим методом контролю викидів шкідливих відходів на атомних електростанціях є радіаційний контроль. Радіаційні монітори використовуються для вимірювання кількості радіації на заводі та навколишньому середовищі.

Ці монітори можуть виявляти витoki або інші несправності, які можуть призвести до викиду радіоактивних відходів у навколишнє середовище.

Радіаційний моніторинг також може бути використаний для забезпечення того, щоб працівники та населення не піддавалися шкідливим рівням радіації.

Підсумовуючи, контроль за викидами шкідливих відходів на атомних електростанціях має важливе значення для захисту навколишнього середовища та здоров'я людей.

Ефективними методами контролю за викидами шкідливих відходів на атомних електростанціях є поводження з радіоактивними відходами, технології зменшення викидів та радіаційний моніторинг.

Впроваджуючи ці методи, атомні електростанції можуть працювати безпечно та ефективно, мінімізуючи свій вплив на навколишнє середовище.

### Список використаних джерел:

1. Израэль, Ю. А. (1988). Проблеми всебічного аналізу навколишнього середовища і принципи комплексного моніторингу.

2. Огурцов А. П., Волошин М. Д. (2003) Сучасне довкілля та шляхи його покращення.

3. Носовский А. В., Алексеева З.М., Борозенець Г.П. (2007) Поводження з радіоактивними відходами.

УДК 504.1:658.512(477.54)

## **ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ НА ПРИКЛАДІ ХАРКІВСЬКОГО КОКСОХІМІЧНОГО ЗАВОДУ**

Уколов Д. В., Шелудешев В.О.

Науковий керівник – завідувач кафедри ОП, к.т.н. Стиценко Т.Є.

Харківський національний університет радіоелектроніки

61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Охорони праці, тел. (057) 702-13-60

e-mail: [denys.ukolov@nure.ua](mailto:denys.ukolov@nure.ua), [vladyslav.sheludieshev@nure.ua](mailto:vladyslav.sheludieshev@nure.ua)

Environmental safety is one of the most important problems of the modern world. Industrial facilities are particularly vulnerable to environmental problems due to their large impact on the environment. One of the examples of such industrial facilities is the Kharkiv Coke Chemical Plant. On his example, a number of measures to ensure the environmental safety of industrial facilities in general are considered. To achieve this goal, it is really necessary to carry out systematic work on monitoring emissions of harmful substances and their impact on the environment and human health.

Екологічна безпека є однією з найважливіших проблем сучасного світу, оскільки промислові об'єкти є особливо вразливими до екологічних проблем через їхній великий вплив на довкілля. Один з прикладів таких промислових об'єктів України - Харківський коксохімічний завод.

Харківський коксохімічний завод є одним з найбільших промислових підприємств України, який спеціалізується на виробництві коксу і хімічних продуктів. Цей завод є одним з ключових на ринку твердого палива та хімічної продукції в Україні. Але цей об'єкт може нести значний негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей за рахунок постійних викидів шкідливих газів.

Загальна мета забезпечення екологічної безпеки Харківського коксохіму полягає в забезпеченні сталості довкілля та здоров'я людей, економіки та розвитку промисловості в цілому. Для досягнення цієї мети необхідно вживати всі можливі заходи, щоб забезпечити мінімальний негативний вплив промислових об'єктів на довкілля та здоров'я людей.

Важливим аспектом забезпечення екологічної безпеки промислових об'єктів є також співпраця з громадськістю. Промисловий об'єкт повинен повідомляти всіх про свої дії та результати впливу на навколишнє середовище, а також брати до уваги думку та потреби місцевого населення.

Для забезпечення екологічної безпеки Харківського коксохіму, необхідно виконувати ряд заходів, дотримуючись Міжнародних стандартів ISO 14001. Основні з них наступні:

1. Встановлення сучасних очисних систем для зменшення викидів шкідливих речовин. Вони дозволяють ефективно очищати відходів газів та воду перед їх викидом в атмосферу чи водойми. Також можна використовувати технології з низьким вмістом сірки, що зменшує

кількість викидів сірчистого ангідриду. Харківський коксохім може розглянути можливість модернізації своїх устаткувань та переходу на виробництво більш екологічно чистої продукції.

2. Впровадження новітніх систем моніторингу за викидами шкідливих речовин у повітря, воду та ґрунт. Моніторинг повинен бути регулярним та проводитися згідно з вимогами законодавства.

3. Раціоналізація використання енергії за допомогою модернізації систем та зменшення витрат сировини на заводі. Окрім цього, можна використовувати екологічно чисті види палива та сировини, що зменшать викиди шкідливих речовин.

4. Регулярне проходження перевірок екологічної безпеки. Вони мають проводитися органами державного нагляду з метою виявлення порушень вимог законодавства та забезпечення безпеки заводу.

5. Розроблення та впровадження програми екологічної безпеки. Має містити опис заходів, які вживатимуться для забезпечення безпеки коксохіму та запобігання негативному впливу на оточення.

6. Забезпечення відповідної кваліфікації та навчання персоналу. Працівники мають знати і розуміти вимоги до екологічної безпеки, вміти вживати заходи для зменшення викидів шкідливих речовин.

7. Розроблення плану надзвичайних ситуацій та проведення тренувань з його виконання. Передбачатиме заходи для запобігання негативному впливу надзвичайних ситуацій на навколишнє середовище та здоров'я

8. Забезпечення відповідної обробки відходів та відходових вод. Відходи та відходові води повинні бути оброблені відповідно до вимог законодавства та забезпечити мінімальний негативний вплив на навколишнє середовище. Крім того, як було зазначено раніше, Харківський коксохімічний завод повинен дотримуватися законодавства та міжнародних стандартів з охорони довкілля, зокрема стандартів ISO 14001, що передбачає постійний контроль за впливом виробництва на довкілля.

Забезпечення екологічної безпеки Харківського коксохіму є однією з важливих задач для збереження довкілля та здоров'я людей. Для досягнення мети треба здійснювати систематичний контроль викидів шкідливих речовин та їх вплив на навколишнє середовище. Це дозволить вчасно виявляти проблеми та вживати необхідні заходи. І матиме позитивний вплив на довкілля, здоров'я людей та імідж підприємства.

Список використаних джерел:

1. Гетьман А. П. Екологічне право України / А. П. Гетьман, М. В. Шульга. – Харків : Право, 2005 – 328 с.

2. ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування. - К.: Держстандарт України, 2016. – 37 с.

УДК 004.92:502

## **ОСВІТНІ ІНФОРМАЦІЙНО-МОДЕЛЮЮЧІ СИСТЕМИ В ЕКОЛОГІЇ, БЕЗПЕЦІ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ЦИВІЛЬНОМУ ЗАХИСТІ**

Виноградська В.Г.

Науковий керівник – к.т.н., завідувач кафедри охорони праці  
Стиценко Т.Є.

Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра ОП  
м. Харків, Україна

тел. +38(095) 604-32-24, e-mail: [veronika.vynohradska@nure.ua](mailto:veronika.vynohradska@nure.ua)

In a complex and interconnected world, accurate information and effective tools are essential to manage complex systems. Educational information and modeling systems play a critical role in ecology, life safety, and civil protection. They aid in understanding the impact of environmental change and disasters, assessing risks, and developing effective strategies for emergency management and environmental policy. These systems are invaluable to researchers, emergency managers, and decision-makers, enabling them to simulate complex systems, assess risks, and make informed decisions. This article will explore their importance and how they can shape a better future for ourselves and future generations.

Все більшого значення освітні інформаційно-моделюючі системи набувають у галузях екології, безпеки життєдіяльності та цивільного захисту. Ці системи надають цінні інструменти для розуміння складних систем, оцінки ризиків і розробки ефективних стратегій управління надзвичайними ситуаціями та екологічної політики.

В екології системи моделювання мають вирішальне значення для розуміння зв'язків між видами, екосистемами та середовищем. Ці моделі дозволяють дослідникам моделювати вплив різних факторів навколишнього середовища на екосистеми та види, не порушуючи природне середовище. Аналізуючи взаємодію між видами та їх середовищем, дослідники можуть краще зрозуміти основні процеси та взаємозв'язки, які формують екосистеми. Наприклад, моделюючи вплив зміни клімату на екосистеми, дослідники можуть краще зрозуміти потенційні наслідки бездіяльності та розробити стратегії пом'якшення впливу глобального потепління.

Крім того, системи моделювання відіграють вирішальну роль у безпеці життя. Ці системи використовуються для оцінки ризиків, пов'язаних із катастрофами, і прогнозування їх впливу на життя людей та інфраструктуру. Аналізуючи потенційні ризики, пов'язані з катастрофою, менеджери з надзвичайних ситуацій можуть розробити стратегії для більш ефективної готовності та реагування на надзвичайні ситуації. Наприклад, системи моделювання можуть імітувати вплив урагану на прибережну

громаду та допомагати менеджерам із надзвичайних ситуацій розподіляти ресурси та евакуювати вразливе населення.

Цивільний захист також покладається на системи моделювання для оцінки та управління ризиками, пов'язаними з масштабними надзвичайними ситуаціями та катастрофами. Ці моделі можуть передбачити вплив катастроф на громади та інфраструктуру, що призводить до більш ефективних стратегій управління надзвичайними ситуаціями. Наприклад, модель може імітувати вплив землетрусу на місто та допомогти особам, які приймають рішення, розподілити ресурси, щоб мінімізувати вплив катастрофи.

Використання освітньої інформації та систем моделювання має вирішальне значення для побудови кращого майбутнього для себе та майбутніх поколінь. Ці системи надають інструменти, необхідні для кращого розуміння наслідків змін навколишнього середовища та катастроф, прийняття обґрунтованих рішень щодо управління надзвичайними ситуаціями та екологічної політики, а також розробки стратегій сприяння сталому зростанню та розвитку. Інвестуючи в ці системи, ми можемо краще підготуватися до катастроф і реагувати на них, захистити наші екосистеми та види, а також сприяти сталому розвитку.

Освітню інформацію та системи моделювання можна використовувати для оцінки впливу урбанізації на екосистеми та розробки стратегій для мінімізації цього впливу. Оскільки міста продовжують рости, природні середовища існування часто руйнуються або порушуються. Моделюючи вплив урбанізації на екосистеми, дослідники можуть розробляти стратегії більш сталого розвитку та зменшувати вплив міст на навколишнє середовище.

**Висновок:** Зростаюче значення освітніх інформаційно-моделюючих систем є очевидним у їх численних застосуваннях у екології, безпеці життєдіяльності та цивільному захисті. Ці системи надають цінні інструменти для кращого розуміння складних систем, оцінки ризиків і розробки ефективних стратегій управління надзвичайними ситуаціями та екологічної політики. Таким чином, інвестування в ці системи має важливе значення для створення кращого майбутнього для себе та майбутніх поколінь.

Список використаних джерел:

1. Introduction to Educational Information and Modeling Systems in Ecology, Life Safety and Civil Protection by Vyacheslav A. Zinov, 478 pages, 2020.
2. Educational Information and Modeling Systems in Ecology, Life Safety and Civil Protection: A Comprehensive Guide by Charles Lee, 512 pages, 2020.
3. Educational Information and Modeling Systems in Ecology, Life Safety and Civil Protection: An Applied Guide by Robert T. Lee, 432 pages, 2021.

УДК 681.518.52:334.716

## **АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ НА ШАХТАРСЬКИХ ОБ'ЄКТАХ**

Дрогіна О.Л.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Стищенко Т.Є.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. охорони  
праці,

м.Харків, Україна

тел. +38(095) 689-94-71, e-mail: [oleksandra.drohina@nure.ua](mailto:oleksandra.drohina@nure.ua).

The paper examines the development of automated control systems and ensuring the safety of mining operations. The main purpose of the study is to determine the advantages of automated control and safety systems at mining facilities and to determine their effectiveness in preventing accidents and improving overall safety. The study examines the application of various technologies, such as sensors, cameras, and unmanned aerial vehicles, to detect and prevent dangerous situations in mining enterprises. Evidence shows that automated control and safety systems significantly reduce the risks associated with mining operations and increase overall worker safety.

Шахтарська промисловість є однією з найбільш небезпечних галузей промисловості, пов'язаною зі значними ризиками для життя та здоров'я людей. Основними причинами безпеки в шахтах є пожежі, вибухи, розриви порід, обвали, затоплення, забруднення повітря токсичними газами та пилом, а також психологічні навантаження. Ризики та безпеки не тільки погіршують умови праці шахтарів, але також створюють загрозу для довкілля та здоров'я мешканців навколишніх територій. Інциденти на шахтах можуть мати серйозні наслідки для природи та людей. Викиди шкідливих речовин в атмосферу, забруднення водою та ґрунту, а також руйнування будівель та інших споруд – все це може супроводжувати роботу шахтарів.

Вугільна промисловість – базова галузь економіки України. Актуально і дуже важливо досліджувати, розробляти та впроваджувати нові технології, котрі забезпечать безпеку шахтарів та знизять ризики небезпечних інцидентів на шахті.

Автоматизацію систем контролю для забезпечення безпеки на шахтарських об'єктах можна реалізувати за допомогою:

– Датчиків вібрації та температури - вони можуть бути встановлені на обладнанні, яке використовується в шахті, щоб виявляти будь-які аномальні вібрації або збільшення температури, що можуть свідчити про проблеми з обладнанням. Це дозволить операторам шахти дізнатися про проблеми на ранніх стадіях і вжити необхідних заходів для запобігання небезпечних ситуацій;

– Безпілотні літальні апарати (дрони) - вони можуть використовуватися для інспекції шахт, особливо там, де важко отримати доступ. Вони можуть допомогти виявити потенційні проблеми з безпекою та зберегти час, який зазвичай був би витрачений на інспекцію вручну;

– Віртуальна реальність - це може бути використано для навчання шахтарів, як працювати в небезпечних умовах та уникати небезпечних ситуацій. Шахтарі можуть отримати досвід безпечного взаємодії з небезпечними ситуаціями.

Окрім того, можуть бути використані такі автоматизовані системи як:

– дистанційне керування та автоматизація з використанням роботів та автономних машин (допоможе знизити кількість людей, які потрібні на шахті та, відповідно, зменшити ризик для життя людей);

– штучний інтелект та машинне навчання (можуть використовуватися для прогнозування можливих небезпек та попередження про потенційні ризики);

– носимі технології (носимі пристрої, такі як датчики віддаленості, можуть сповіщати шахтарів про небезпеку або підказувати їм про правильну поведінку в небезпечній ситуації).

Зокрема, автоматизовані системи контролю дозволять забезпечити постійний моніторинг різних параметрів, таких як рівень вогнебезпеки, рівень кисню, температура, рівень шуму, вібрація та інші. Це дасть змогу оперативно виявляти можливі проблеми та негайно реагувати на них.

Особливості використання автоматизованих систем контролю на шахтарських об'єктах полягають у високих вимогах до стійкості засобів до агресивного середовища, високих вимогах до точності та швидкості передачі даних, а також вимогах до стійкості до високих температур та вібрацій. Їх перевагами є підвищення ефективності та якості контролю, зменшення ризику від праці та підвищення рівня безпеки.

В якості висновку можна сказати, що в наших силах покращити умови шахтарської праці шляхом зменшення навантажень, як фізичних, так і психологічних, а також шляхом зменшення небезпек, що до сьогодення були невід'ємно пов'язані з добуванням «чорного золота».

Список використаних джерел:

1. Булат, А., Слащов, І., & Іконнікова, Н. (2017). Принципи побудови систем віддаленого контролю безпеки шахт. *Геотехнічна механіка*, (137).

2. Рибальченко, В. (2022, 17 лютого). *Цифрова шахта підтвердила ефект*. *Голос України*. <http://www.golos.com.ua/article/356250>

3. Качура, М. (2022, 17 березня). *Стійкого до зіткнення дрона пустили попрацювати у шахті*. *nauka.ua*. <https://nauka.ua/news/stijkogo-do-zitknennya-drona-pustili-popracyuvati-u-shahti>

УДК 504.5:334.716

## **ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ**

Котенко К.О.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Стиценко Т.Є.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ОП,  
м. Харків, Україна

тел. +38(050) 883-84-98, e-mail: [kyrylo.kotenko@nure.ua](mailto:kyrylo.kotenko@nure.ua).

This research paper focuses on the environmental safety of industrial facilities, which is a crucial issue due to the negative environmental and public health impacts that can result from industrial activities. The paper discusses the four main types of environmental pollution caused by industrial facilities: air pollution, water pollution, soil contamination, and noise pollution. It explores various measures that can be taken to minimize pollution, including cleaner production processes, installation of air pollution control devices, wastewater treatment, soil remediation, and noise reduction strategies. The paper also emphasizes the importance of proper handling and storage of hazardous chemicals and materials to prevent environmental contamination.

Екологічна безпека є критично важливою для промислових підприємств, оскільки їхня діяльність може мати негативний вплив на навколишнє середовище. Промислові об'єкти можуть спричиняти різні форми забруднення, такі як забруднення повітря, води, ґрунту та шумове забруднення. Ці негативні впливи можуть бути шкідливими для довкілля, дикої природи та здоров'я людей, що може призвести до тяжких наслідків. Тому необхідно забезпечити екологічну безпеку промислових об'єктів шляхом впровадження відповідних заходів і правил.

Щоб зменшити забруднення повітря, спричинене промисловими об'єктами, вони повинні зменшити викиди забруднюючих речовин в атмосферу. Одним із способів досягти цього є встановлення пристроїв контролю забруднення повітря, таких як скрубери, каталітичні нейтралізатори та фільтри. Ці пристрої допомагають видалити шкідливі забруднювачі з повітря до того, як вони потраплять в атмосферу. Крім того, промислові підприємства можуть впроваджувати чистіші виробничі процеси, які продукують менше викидів, наприклад, використовувати відновлювані джерела енергії, такі як сонячна та вітрова енергія.

Забруднення води є ще однією значною екологічною проблемою, спричиненою промисловою діяльністю. Промислові об'єкти можуть забруднювати джерела води, скидаючи стічні води, що містять шкідливі хімічні речовини, важкі метали та інші забруднювачі. Щоб запобігти забрудненню води, промислові підприємства можуть очищати стічні води перед скиданням у водойми, використовуючи різні технології очищення, такі як біологічне, хімічне та фізичне очищення. Вони також можуть

впроваджувати стратегії рециркуляції та повторного використання води, щоб мінімізувати використання та скидання води.

Забруднення ґрунту, спричинене промисловою діяльністю, може мати серйозні наслідки, включаючи зниження родючості ґрунту та безпечності харчових культур. Щоб запобігти забрудненню ґрунтів, промислові об'єкти повинні впроваджувати найкращі практики поводження з небезпечними хімічними речовинами та матеріалами та їх зберігання. Вони можуть забезпечити зберігання хімікатів у належних контейнерах та обережне поводження з ними, щоб запобігти розливам і витокам. Крім того, промислові об'єкти можуть впроваджувати стратегії рекультивациі ґрунтів для видалення забруднюючих речовин з ґрунту.

Шумове забруднення, спричинене промисловими об'єктами, може мати серйозний вплив на здоров'я людини, включаючи втрату слуху, порушення сну та стрес. Щоб запобігти шумовому забрудненню, промислові об'єкти можуть встановлювати шумові бар'єри та звукоізоляційні матеріали на території об'єкта та навколо нього. Вони також можуть планувати гучну діяльність на непікові години та використовувати тихіше обладнання для зниження рівня шуму.

Насамкінець, промислові об'єкти повинні впроваджувати заходи для забезпечення екологічної безпеки та мінімізації свого негативного впливу на довкілля. Ці заходи включають впровадження більш чистих виробничих процесів, встановлення пристроїв для контролю забруднення повітря, очищення стічних вод, прийняття стратегій відновлення ґрунтів, запобігання шумовому забрудненню та використання відновлюваних джерел енергії. Впроваджуючи ці заходи, промислові об'єкти можуть зробити свій внесок у сталий розвиток і захистити навколишнє середовище, дику природу та здоров'я людей.

#### Список використаних джерел:

1. Бутера, М., & Оттена, Дж. Р. (2018). Екологічна безпека на промислових об'єктах. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 37(5).
2. Дрейпера, Т. Е. (2014). Управління екологічною безпекою та охороною здоров'я на промислових об'єктах. *Журнал хімічної безпеки та гігієни праці*, 21(5).
3. Заноні, Дж. П., & Хоппер, Д. Дж. (2017). Екологічна безпека та здоров'я на промислових об'єктах. *Гігієна праці та навколишнього середовища*, 14(2).
4. Крігер, С. (2014). *Посібник з екологічної безпеки та охорони праці: Принципи та практика (3-тє вид.)*. Wiley.
5. Фрімман, Г. (2001). *Посібник із запобігання промислового забрудненню*. McGraw-Hill.

УДК 504.5:334.716

## **СИНЕРГІЯ ДЕРЖАВИ ТА БІЗНЕСУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОМИСЛОВОЇ БЕЗПЕКИ**

Матюхін О.Б.

Науковий керівник – завідувач кафедри, к.т.н., доц. Стиценко Т.Є.  
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ОП,  
м. Харків, Україна

тел. +38(098)-304-66-17, e-mail: [oleksandr.matiukhin@nure.ua](mailto:oleksandr.matiukhin@nure.ua)

The report highlights the importance of ensuring environmental safety at industrial facilities. It explains that this requires identifying risks and taking measures to reduce them, as well as complying with environmental regulations and standards.

Забезпечення екологічної безпеки промислових об'єктів передбачає вирішення різних проблем, пов'язаних зі збереженням навколишнього середовища та здоров'я людей. Для досягнення цієї мети потрібна співпраця різних зацікавлених сторін, які повинні координувати свої цілі з метою підтримки екологічної безпеки.

Держава відіграє вирішальну роль у забезпеченні промислової безпеки. Вона несе відповідальність за розробку та впровадження ефективної екологічної політики та законодавства, що регулює діяльність промислових підприємств. Уряд також повинен координувати виконання законів і притягати компанії до відповідальності за порушення природоохоронного законодавства. Крім того, уряд може створювати екологічні стандарти, яких повинні дотримуватися промислові підприємства.

Наприклад, в Індії Міністерство навколишнього середовища, лісів та зміни клімату (MoEFCC) запустило кілька ініціатив, спрямованих на забезпечення промислової безпеки. Однією з таких ініціатив є Місія "Зелена Індія", яка має на меті збільшити лісистість країни та покращити якість навколишнього середовища. MoEFCC також надає фінансову допомогу підприємствам, які впроваджують екологічні технології.

Бізнес відіграє важливу роль у забезпеченні екологічної безпеки на своїх підприємствах. Компанії повинні приділяти увагу екологічним питанням та приймати заходи для забезпечення екологічної безпеки на своїх підприємствах. Наприклад, це може включати впровадження програм зменшення викидів шкідливих речовин, ефективного використання ресурсів, збору та переробки відходів. Одним з таких прикладів є група Tata, багатонаціональний конгломерат зі штаб-квартирою в Індії. Група реалізувала кілька ініціатив, спрямованих на зменшення впливу на навколишнє середовище. Наприклад, вона створила завод з переробки відходів, який перетворює органічні відходи на компост. Крім того, група

інвестувала у відновлювану енергетику і має на меті до 2025 року отримувати 40% електроенергії з відновлюваних джерел.

Громадськість також відіграє важливу роль у забезпеченні промислової безпеки. До її обов'язків входить нагляд за діяльністю промислових підприємств та привернення уваги громадськості до вирішення екологічних проблем. Наприклад, громадськість може створювати спеціальні комітети, які здійснюють моніторинг впливу промислових об'єктів на навколишнє середовище та здоров'я людей і надають інформацію про виявлені проблеми органам влади та громадськості. Одним із прикладів залучення громадськості є випадок газової трагедії в Бхопалі в Індії. У 1984 році витік газу на заводі Union Carbide в Бхопалі призвів до загибелі тисяч людей. Громадськість разом з НУО відіграла важливу роль у приверненні уваги до проблеми та притягненні уряду і компанії до відповідальності за трагедію.

Взаємодія між державою, бізнесом та громадськістю в рамках забезпечення екологічної безпеки може допомогти у вирішенні складних проблем. Наприклад, уряд може створювати екологічні стандарти та законодавство, яке обов'язково виконуватимуть промислові підприємства, а бізнес може впроваджувати екологічні технології та практики для зменшення відходів та викидів шкідливих речовин. Громадськість може забезпечувати нагляд та контроль за діяльністю підприємств, що може сприяти виявленню проблем та їх вирішенню.

Загалом, забезпечення екологічної безпеки промислових об'єктів вимагає співпраці різних зацікавлених сторін, які повинні діяти разом для досягнення спільної мети - забезпечення екологічної безпеки країни.

Список використаних джерел:

1. Environmental Protection Agency. (2021). Industrial Pollution Prevention. <https://www.epa.gov/p2/industrial-pollution-prevention>
2. United Nations Environment Programme. (2016) Towards a Pollution-Free Planet. <https://www.unenvironment.org/resources/report/towards-pollution-free-planet>
3. International Labour Organization. (2019). Occupational safety and health in the mining and quarrying industry. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_dialogue/---sector/documents/publication/wcms\\_711616.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---sector/documents/publication/wcms_711616.pdf)
4. World Health Organization. (2021). Ambient (outdoor) air quality and health. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
5. United Nations Industrial Development Organization. (2018). Sustainable Development Goal 9: Industry, Innovation and Infrastructure. <https://www.unido.org/our-focus/safeguarding-environment/sustainable-development-goal-9-industry-innovation-and-infrastructure>

УДК 004.056.5:351.81

## **МОНІТОРИНГ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ОБОРОННИХ СИСТЕМ**

Беляєв Д.М.

Науковий керівник – доц. Березуцька Н.Л.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ОП,  
м. Харків, Україна

тел. +38(095)490-22-42, e-mail: [daniil.bieliiaiev@nure.ua](mailto:daniil.bieliiaiev@nure.ua)

Monitoring of technical means of defense is critical for the proper functioning of defense systems, including weapons, communication systems, and surveillance systems. Monitoring methods can be manual, involving a human operator, or automated, using sensors and software. Regular monitoring ensures proper operation of the equipment and detection of any problems that may arise during its operation. Monitoring also helps prevent security breaches by detecting and notifying unauthorized access or intrusion attempts.

Моніторинг технічних засобів захисту є критично важливим аспектом забезпечення належного функціонування систем захисту. Обладнання, що використовується в оборонних системах, є складним і регулярний моніторинг необхідний для виявлення та оперативного вирішення будь-яких проблем, пов'язаних з забезпеченням безпеки їх експлуатації.

Важливість моніторингу технічного захисного обладнання, методи, які використовуються для моніторингу, і переваги моніторингу враховуються при проектуванні та використанні складних технічних систем.

Технічне захисне обладнання, яке використовується в оборонних системах, є важливим для безпеки країни. Ці системи включають зброю, системи зв'язку, системи спостереження тощо.

Регулярний моніторинг цих систем має вирішальне значення для забезпечення їх належного функціонування та виявлення будь-яких проблем, які можуть виникнути при їх експлуатації. Будь-яке несправне обладнання може суттєво вплинути на безпеку країни, тому життєво важливо регулярно контролювати та обслуговувати його.

Методи, що використовуються для моніторингу:

Існують різні методи моніторингу технічних засобів захисту. Ручний метод залучає людину-оператора, яка стежить за обладнанням і фіксує будь-які проблеми чи відхилення.

Автоматизований метод передбачає використання датчиків і програмного забезпечення для виявлення аномалій і сповіщення оператора. Використання датчиків і програмного забезпечення забезпечує більш ефективний і точний спосіб моніторингу обладнання, а також дозволяє швидше виявляти будь-які проблеми та реагувати на них.

Переваги моніторингу:

Переваги моніторингу технічних засобів захисту значні. Регулярний моніторинг гарантує, що обладнання працює належним чином, а будь-які проблеми швидко виявляються та оперативно вирішуються. Це також допомагає запобігти порушенням безпеки, виявляючи та сповіщаючи операторів про будь-який несанкційований доступ або спроби втручання в їх роботу.

Використання автоматизованих методів моніторингу може допомогти зменшити навантаження на людей-операторів і забезпечити більш точний і надійний моніторинг. Крім того, моніторинг може допомогти зменшити загальну вартість обслуговування, виявляючи проблеми заздалегідь.

Підсумовуючи, моніторинг технічного захисного обладнання є важливим для безпеки країни. Використання автоматизованих методів моніторингу може допомогти у забезпеченні ефективного і точного контролю їх роботи, зменшити навантаження на людей-операторів і заощадити кошти.

Вкрай важливо регулярно контролювати технічне захисне обладнання, задля безпомилкового його функціонування, а також для швидкого виявлення й усунування будь-якої проблеми. Завдяки використанню сучасних технологій моніторинг технічного захисного обладнання став більш керованим та ефективним, тому важливо продовжувати досліджування та впровадження нових методів моніторингу для забезпечення безпеки нашої країни.

Список використаних джерел:

1. «Довідник із оборонних закупівель», Міністерство оборони. <https://clarity-project.info/edr/26629250>
2. «Моніторинг і оцінка оборонних систем», науково-технічна організація НАТО. [https://www.nato.int/nato\\_static\\_fl2014/assets/pdf/2023/2/pdf/230208-deep-strategy-for-distance-learn-1.pdf](https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2023/2/pdf/230208-deep-strategy-for-distance-learn-1.pdf)
3. «Моніторинг технічного оборонного обладнання: вичерпний посібник», Defense Industry Daily. <https://www.janes.com/osint-capabilities/defence-equipment-intelligence/>
4. «Важливість моніторингу обладнання технічного захисту», Defense One. <https://www.iomart.com/updates/why-is-security-monitoring-important-iomart/>

УДК 504.5:334.716(477)

## **РОЛЬ ГРОМАДСЬКОСТІ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В УКРАЇНІ: АНАЛІЗ МЕХАНІЗМУ ГРОМАДСЬКОГО КОНТРОЛЮ**

Пономаренко П.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Хондак І.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки

м. Харків, Україна

Телефон: +380990536952 Email: [polina.ponomarenko1@nure.ua](mailto:polina.ponomarenko1@nure.ua)

This paper examines the role of the public in ensuring environmental safety in Ukraine through the analysis of public control mechanisms. The paper examines the key issues of environmental safety in Ukraine and the role of the public in addressing them. The mechanism of public control, including the legal basis, forms and methods of its implementation, as well as the problems faced by the public in the process of control are studied. The paper concludes with conclusions on the effectiveness of public control and recommendations for further steps to ensure environmental safety in Ukraine.

Метою даної роботи є аналіз ролі громадськості у забезпеченні екологічної безпеки в Україні через вивчення механізмів громадського контролю. Аналіз літературних джерел та статистичних даних показав, що громадський контроль є ефективним механізмом забезпечення екологічної безпеки в Україні. “Українське законодавство прямо не визначає термін "громадський контроль", хоча зачасту його використовує. Початком запровадження "громадського контролю" саме "за діяльністю влади" можна вважати прийняття 01.07.2010 року закону України "Про засади внутрішньої і зовнішньої політики", ст.5 якого прямо визначає такий контроль однією з засад внутрішньої політики у сфері формування інститутів громадянського суспільства [1]” Тобто на законодавчому рівні громадський контроль з’явився в нас відносно нещодавно, а тому він тільки на стадії зародження та розвитку, який йде стрімкими темпами.

Громадські організації та ініціативні групи здійснюють моніторинг діяльності підприємств та органів влади, що мають вплив на навколишнє середовище. Вони відстоюють права громадян на здорове довкілля та активно сприяють підвищенню рівня екологічної свідомості серед населення. Завдяки їхній діяльності значно зменшується кількість порушень в галузі екології.

«Індекс громадського контролю поєднує інформацію про те, наскільки громадяни активні в різних організаціях, які обирають політиків та впливають на них. Показник варіюється від 0 до 1 (найактивніший) [2].

Позитивним аспектом правового регулювання громадського екологічного контролю є наявність нормативних актів, які встановлюють правила здійснення такого контролю його учасниками. Громадський контроль є недостатньо розвинутим в Україні. Велика кількість порушень навколишнього середовища залишається непоміченими або безкарними.

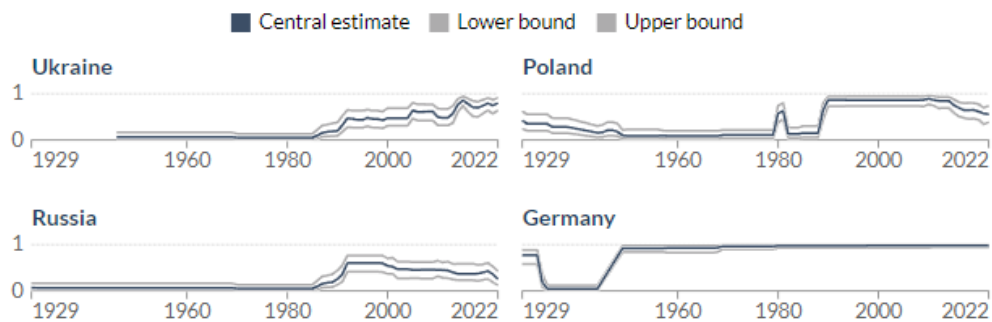


Рис 1. Статистика впливу громадського контролю у країнах Україна, росія, Польща та Германія. [2]

Часто органи влади та бізнесові структури знаходять шляхи обійти громадський контроль або його знизити до мінімуму. Необхідно розробити ефективніші механізми громадського контролю та підвищувати рівень усвідомлення громадськістю важливості збереження довкілля. Також, важливо забезпечувати доступ до інформації про стан довкілля та діяльність органів влади та бізнесу в галузі екології. Відкритість та прозорість механізмів прийняття рішень в екологічній галузі є важливим елементом громадського контролю.

Отже, громадський контроль є невід'ємною складовою забезпечення екологічної безпеки в Україні. Завдяки активності громадських організацій та інших представників громадськості, зростає рівень уваги до проблем екології, підвищується відповідальність бізнесу та державних органів за вплив на навколишнє середовище, зміцнюється контроль за додержанням екологічних норм та законодавства. Наразі доцільно розширювати можливості громадян для участі в екологічному моніторингу, забезпечувати більшу доступність інформації про стан навколишнього середовища, підвищувати ефективність діяльності екологічних організацій та забезпечувати ефективний діалог між громадськістю, бізнесом та державними органами. У цьому контексті, важливим є забезпечення належної підтримки громадських організацій та стимулювання їх активної участі в екологічному моніторингу та контролі. Також важливим є впровадження інноваційних технологій та розвиток інфраструктури для збору та обробки даних про стан навколишнього середовища.

Список використаних джерел:

1. Що таке громадський контроль за діяльністю влади?. УкрДем. URL: <https://info.ukrdem.org/civic-control> (дата звернення: 30.04.2023).

2. Civil society participation. Our World in Data. URL: <https://ourworldindata.org/grapher/civil-society-participation?tab=chart&country=ARG~AUS~BWA~CHN> (дата звернення: 8.04.2023).

3 Берзіна С., Борецько В., Бузан Г. Громадський екологічний контроль: навч. посіб. Київ : Б-КА ЕКОЛ. ЗНАНЬ, 2017. 150 с. URL: <http://dea.edu.ua/img/source/Book/7.pdf> (дата звернення: 23.03.2023).

УДК 502.1:[502.3:911.375]

## ЗАХОДИ ЗАХИСТУ ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ МІСТА

Клименко Д.А.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Березуцька Н.Л.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ОП,

м. Харків, Україна

тел. +38(098) 986-05-44, e-mail: [daria.klymenko@nure.ua](mailto:daria.klymenko@nure.ua)

The Industrial Revolution has had a positive impact on the global economy, making for everyone to live a better life than in previous centuries. However, the introduction of working machines and mechanisms in production and transport also has negative consequences. One of the most acute environmental problem is air pollution from anthropogenic sources (i.e. industry, transport, heating systems). This text presents methods of protecting the city's air basin. It is also emphasized that an integrated systemic approach and coordination of actions of each person are required to achieve environmental safety of the city.

Однією з найгостріших екологічних та соціальних проблем в Україні є забруднення атмосферного повітря антропогенними джерелами (промисловість, транспорт, опалювальні системи) [1, с.271]. Основними причинами є застарілість технологічного обладнання та транспорту, відсутність сучасних екологічно чистих технологій. Тому було розроблено заходи захисту повітряного басейну міста, що умовно розділяють на наступні групи:

- організація санітарно-захисних зон;
- архітектурно-планувальні рішення;
- інженерно-організаційні заходи;
- безвідходні та маловідходні технології;
- технічні засоби і технології очищення викидів.

Джерела, що виділяють у навколишнє середовище шкідливі речовини і речовини з неприємним запахом, слід відокремлювати від житлової забудови санітарно-захисними зонами (СЗЗ). Основою для встановлення санітарно-захисних зон є санітарна класифікація підприємств, виробництв та об'єктів. СЗЗ визначаються згідно з вимогами ДБН Б.2.2-12:2019 “ПЛАНУВАННЯ ТА ЗАБУДОВА ТЕРИТОРІЙ” [3].

Цим документом також передбачено і архітектурно-планувальні заходи, одним з яких є вибір майданчика для будівництва промислового підприємства: промисловий об'єкт повинен розташовуватися на рівному, високому, добре провітрюваному місці, а житлові забудови – нижче підприємства. Також цехи, що виділяють найбільшу кількість забруднюючих речовин, слід розташовувати на краю виробничої території з боку, протилежного житловому масиву. Планувальні заходи мають бути спрямовані на локалізацію звуку і зменшення його розповсюдження. Важливе місце займають зелені насадження, але На майданчиках

підприємств, де можуть виділятися шкідливі речовини, не допускається розміщення дерево-чагарникових насаджень у вигляді щільних груп і смуг, що викликають скупчення цих речовин.

Інженерно-організаційні заходи полягають у наступному:

- зниження інтенсивності і організація руху автотранспорту. Для цього виконується будівництво об'їзних і окружних доріг;
- збільшення висоти димових труб. Чим вище труба, тим краще відбувається розсіювання. При висоті 100 м – розсіювання на 20 км; при висоті 250 м – радіус розсіювання 75 км;
- підвищення швидкості руху газів у димовій трубі. Цей захід збільшує початковий підйом викидів і покращує їх розсіювання.

Основними ж завданнями маловідходної та безвідходної технологій є комплексне перероблення сировини і матеріалів з використанням усіх їх компонентів на базі нових безвідходних процесів, створення та випускання нових видів продукції з можливістю повторного використання відходів, перероблення відходів виробництва та споживання з отриманням товарної продукції [2, с.104].

Розрізняють такі викиди у повітря, як пил, тумани і газоподібні домішки. Обладнання для очищення повітря від пилу поділяється на чотири типи: сухі та мокрі пиловловлювачі, фільтраційні установки та електрофільтри. При боротьбі з туманами використовують тумановловлювачі. Засоби захисту повітря від газоподібних домішок залежать від обраного методу очищення. За характером перебігу фізико-хімічних процесів виділяють метод абсорбції, хемосорбції, адсорбції, і термічної нейтралізації [2, с.105].

Отже, охорона і оздоровлення повітряного басейну міст забезпечується комплексом заходів, в основі яких лежить система державних законодавчих актів і нормативна регламентація планування, містобудування і благоустрою міст. Таким чином, громадянська обізнаність з цих питань та відповідальність кожної людини за свої дії здатні покращити екологічну ситуацію міст України.

Список використаних джерел:

1. Леськів Г.З. Стан повітряного басейну України та його зміни. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. 2011. Т. 13, № 4(50). С. 271–274.

2. Урбоекологія / І.А. Василенко, О.А. Півоваров, І.М. Трус, А.В. Іванченко – Дніпро: Акцент ПП, 2017. – 309 с.

3. ПЛАНУВАННЯ ТА ЗАБУДОВА ТЕРИТОРІЙ ДБН Б.2.2-12:2019/  
[https://drive.google.com/file/d/1eUU0mgHZaExXwvDJfkFGlvUs\\_NmK\\_TYp/view](https://drive.google.com/file/d/1eUU0mgHZaExXwvDJfkFGlvUs_NmK_TYp/view)

УДК 504.6:534.322.3

## **ВПЛИВ ШУМУ ТА ВІБРАЦІЇ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ**

Благодарна В.М.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Пронюк Г.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки,  
61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Охорона праці, тел. (057) 702-13-60  
тел. +38(068)849-91-17, e-mail: [viktoriiia.blahodarna@nure.ua](mailto:viktoriiia.blahodarna@nure.ua)

This work is devoted to the influence of noise and vibration on the human body. Reviewed noise and vibration as a form of environmental pollution. Considered both favourable and negative body reactions after exposure of noise. Partially described body aging under the influence of noise, noise sensations by different age groups. Reviewed the definition of types of occupational diseases under the impact of vibrations. Was eventually determined the inability of a person to adapt to these physical factors. Identified the need to develop a new type of professional culture in Ukraine, taking into account labor protection.

Шум та вібрація – це одна з форм фізичного (хвильового) забруднення навколишнього середовища. У Європейському регіоні ВООЗ шумове забруднення навколишнього середовища стало одним з провідних негативних екологічних факторів та найбільш поширеною причиною скарг населення багатьох країн. Як правило, шум нас дратує: заважає працювати, відпочивати, думати. Негативна дія шуму на життєдіяльність людини відома давно. Зараз вчені пояснюють, що гучні звуки, шум, стрілянина з гармат, гуркіт танків і літаків і навіть музика на рок-концертах сприймаються не тільки слуховими органами, а й шкірою, серцем, органами дихання. Вони збуджують людину, є причиною виділення в її кров великої кількості гормонів (наприклад, адреналіну), тим самим сприяють виникненню почуття страху і небезпеки.

Але шум може впливати і позитивно. Такий вплив на людину чинить, наприклад, шелест листя дерев, помірний стукіт дощових крапель, рокіт морського прибою. Позитивний вплив спокійної приємної музики відомий з давніх часів. Тому різноманітні оздоровчі процедури супроводжуються спокійною симфонічною або блюзовою музикою.

У теперешній час у світі є проблема урбанізації, яка створює широкий спектр небезпек для людства та природнього навколишнього середовища. Одна з таких проблем – шумове забруднення міст. Надмірний шум може стати причиною нервового виснаження, психічної пригніченості, вегетативного неврозу, виразкової хвороби, розлади ендокринної та серцево-судинної систем. Шум заважає людям працювати і відпочивати, знижує продуктивність праці. Таким чином, підвищений шум у містах скорочує тривалість життя людини. За даними сучасних дослідників [1], це скорочення коливається в межах 10-12 років.

Найбільш чутливі до дії шуму особи старшого віку. Встановлено [3; 2], що молодь витримує шум більш інтенсивний, ніж люди віком старше 30-40 років. Так, у віці до 27 років на підвищений шум реагують 46% людей, у віці 28-37 років - 57%, у віці 38-57 років - 62%, а у віці 58 років і

старше - 72%. Велика кількість скарг на шум у літніх людей, очевидно, пов'язана з віковими особливостями і станом центральної нервової системи цієї групи населення. Крім того, спостерігається залежність між числом скарг від людей та характером виконуваної ними роботи. Дані опитування [2, 4] показують, що дратівлива дія шуму більше турбує осіб, зайнятих розумовою працею, в порівнянні з людьми, що виконують фізичну роботу (відповідно 60% і 55%). Більша часті скарги осіб розумової праці, мабуть, пов'язані з великим стомленням нервової системи.

Дослідники Японії встановили [2], що характер професії визначає деякі особливості дії вібрації. Наприклад, в шоферів вантажних машин широко поширені шлункові захворювання, у водіїв трельовальних тракторів на лісозаготівлях - радикуліти, у пілотів, особливо працюючих на вертольотах, спостерігається зниження гостроти зору. Порушення нервової та серцево-судинної діяльності у льотчиків виникають в 4 рази частіше, ніж у представників інших професій.

Також треба зауважити, що адаптація людини до шуму і вібрації неможлива. Таким чином, для зниження рівнів шуму у сучасних мегаполісах застосування стандартних мір зниження шумів є недостатнім. Сучасне суспільство потребує у розробці інших нормативних документів, які б регулювали рівні звукового тиску не тільки на виробництві, але й в суспільному житті. Вже є деякі спроби у цьому напрямку. Наприклад, Амстердамський аеропорт Схіпхол оголосив про те, що до кінця 2025 року має намір відмовитися від нічних рейсів. Керівництво аеропорту також заборонить польоти приватних літаків у певні часи. Цей крок спрямований на зниження шумового забруднення та викидів вуглекислого газу.

Всесвітня організація здоров'я розробила Night noise guidelines for Europe, також існує Директива про шумове забрудненні навколишнього середовища (2002/49/EC). Зараз в Україні також розробляється політика зниження шумового забруднення, особливо у нічний час, є необхідність вироблення нового типу професійної культури та безпекової поведінки, що відображає ідеологію збереження трудової активності та безпеки протягом життя людини.

Список використаних джерел:

1. Шум. Небезпечний вплив шуму на здоров'я людини. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kvantum.com.ua/ua/blog/ochistka-vozdrukha-ventilyatsiya/shum-opasnoe-vliyanie-shuma-na-zdorove-cheloveka/>
2. Вплив шуму та вібрації на організм людини. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vseosvita.ua/library/referatvpliv-sumu-ta-vibracii-na-organizm-ludini-175462.html>
3. The Effects of Noise on Health. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hms.harvard.edu/magazine/viral-world/effects-noise-health>
4. Noise Pollution Isn't Just Annoying – It's Bad for Your Health. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.brainfacts.org/thinking-sensing-and-behaving/diet-and-lifestyle/2018/noise-pollution-isnt-just-annoying-its-bad-for-your-health-062718>

## СУЧАСНІ МЕТОДИ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ЗАБРУДНЕНЬ

Полозов М.О.

Науковий керівник – к.т.н., доцент Стиценко Т.Є.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ОП,  
м. Харків, Україна

тел. +38 (057) 702-13-60, e-mail: mykhailo.pozov@nure.ua

The definition of the concept of «environmental pollution» and «methods of environmental protection» is determined in the work. The classification of sources of biosphere pollution is given. Technological and organizational-technical methods are analyzed.

У процесі розвитку промисловості, енергетики та засобів транспорту безупинно зростає антропогенне забруднення біосфери. Якщо в ХХ столітті негативний вплив забруднень на біосферу згладжувався виникаючими в ній природними процесами, то в наступні роки масштаби діяльності людини привели біосферу на межу екологічної кризи через ускладнення процесів урбанізації.

Забруднення навколишнього середовища – зміна кількісних та якісних характеристик довкілля внаслідок надходження до нього або утворення в ньому не характерних фізико-хімічних чи біологічних чинників. За характером походження можна виділити 2 види джерел: природне та антропогенне (рис.1) [1].

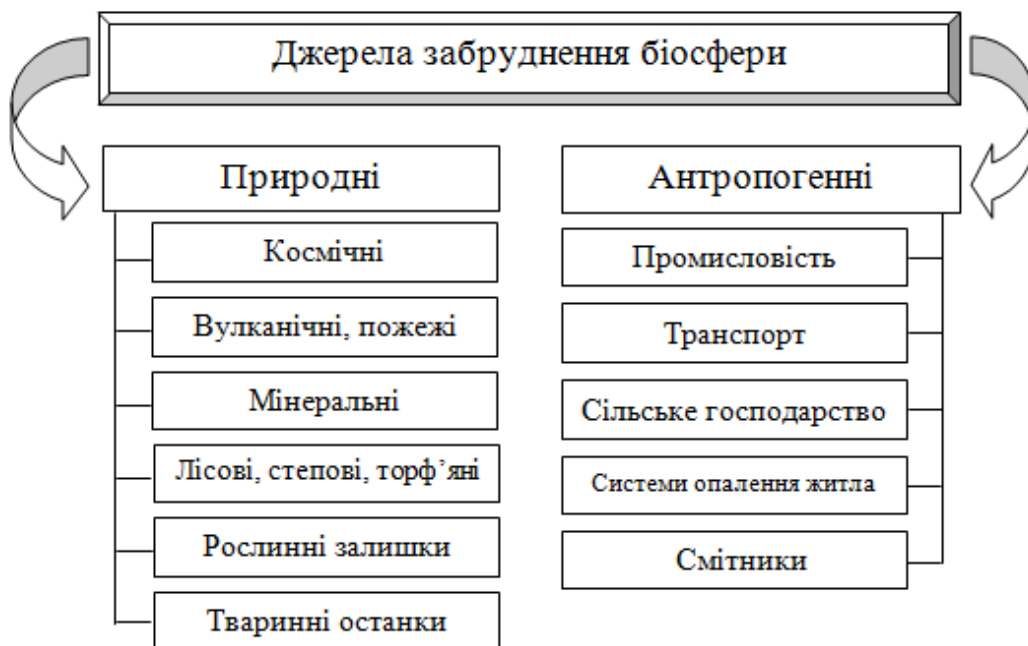


Рисунок 1 – Класифікація джерел забруднення біосфери

Методи захисту навколишнього природного середовища – комплекс технологічних і організаційних заходів, спрямованих на зниження або повне виключення антропогенного забруднення біосфери [2].

Слід зазначити, що для захисту від антропогенних забруднень застосовують такі методи: технологічні (активне втручання в технологічні процеси, які є джерелом забруднення) та організаційно-технічні (боротьба з уже утвореними внаслідок технічного процесу забрудненнями) [3].

Технологічний метод вирішує проблему радикально, але для цього потрібні такі трудомісткі та дорогі заходи, як: 1) реконструкція підприємств та зміна існуючої технології; 2) значні капітальні витрати; 3) проведення науково-дослідних та проектно-конструкторських робіт; 4) вирішення складних технологічних задач соціально-економічного плану.

В організаційно-технічних методах застосовують такі шляхи: 1) розосередження джерел забруднення – дозволяє знизити навантаження шкідливих речовин на біосферу, з нейтралізацією яких природа не впорюється сама; 2) локалізація джерел забруднення – дозволяє обмежити розповсюдження забруднювачів у біосфері за рахунок ізоляції та захоронення відходів; 3) очищення викидів, що поступають у біосферу, за допомогою спеціальних технічних пристроїв і апаратів, які використовують фізико-хімічні та біохімічні способи очищення забруднювачів.

Сьогодні застосування організаційно-технічних методів є головним і основним способом вирішення проблеми забруднення навколишнього природного середовища. Як приклад можна розглянути забруднення в сільському господарстві, пов'язане з вирощуванням сільськогосподарських культур і розведенням свійських тварин. Також, на забруднення навколишнього середовища впливає екологічна проблема річки Дністер, яка є наслідком зміни гідрологічного режиму.

У результаті проведених досліджень можна зробити висновок, що, на жаль, поки що універсальних заходів захисту НПС, які радикально могли б вирішити проблему боротьби з забрудненням, поки що не існує, але сполучення кількох раціонально підібраних методів може призвести до бажаних ефективних результатів охорони природного середовища.

Список використаних джерел:

1. Рибченко, А.О., Чунарьов, О.В, Яцюк, М.В., Хомляк, М.М. (2010). Забруднення довкілля. Енциклопедія Сучасної України: електронна версія. <https://cutt.ly/KPUE8FA>
2. Захист навколишнього середовища від антропогенного забруднення й раціональне природокористування. Студопедія: Ваша школопедія. <https://cutt.ly/fPUMGkE>
3. Природоохоронні технології захисту навколишнього середовища. (2010, 17 вересня). <https://cutt.ly/rPU8CaX>

УДК 504.5:334.716(477)

## **ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ПРОМИСЛОВОГО РОЗВИТКУ В УКРАЇНІ**

Кучегура Р.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Хондак І.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки  
м. Харків, Україна

Телефон: +380999644533 Email: roman.kuchehura@nure.ua

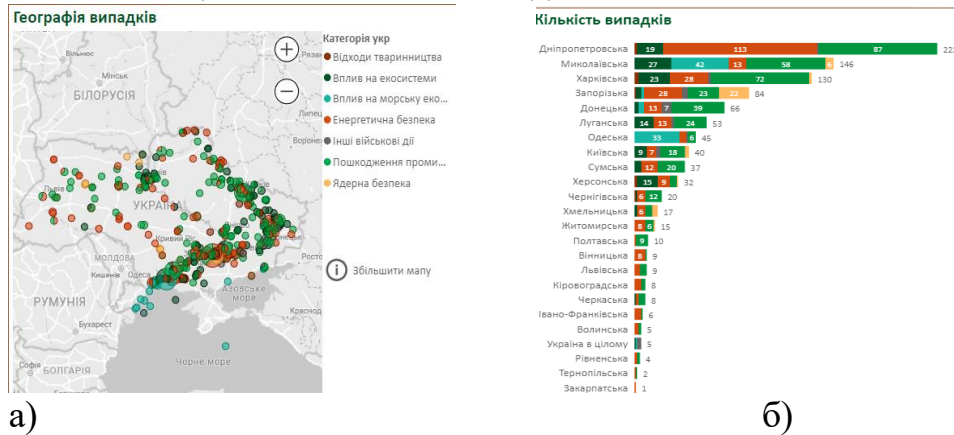
This paper examines the environmental risks associated with industrial development in Ukraine after a full-scale war. The paper examines the environmental impact of the war, as well as potential environmental risks associated with increased industrial activity in a recovering economic environment. Possible consequences for human health, ecosystems and the economy. The paper also considers possible strategies to reduce environmental risks associated with industrial development in Ukraine and contribute to the country's sustainable development.

Сучасна економіка не може існувати без промислового сектора, проте, як правило, з розвитком промисловості приходять екологічні проблеми. Це може призвести до значного зниження якості життя населення та негативно вплинути на стан навколишнього середовища. У зв'язку з цим, важливо розглянути проблеми та перспективи розв'язання екологічних ризиків промислового розвитку в Україні в умовах повномасштабної війни.

Проблема недостатнього контролю за дотриманням екологічного законодавства на промислових підприємствах в Україні ускладнюється військовими діями, що можуть призвести до знищення промислових об'єктів та шкідливих викидів. Проте, для розв'язання проблеми можна проводити моніторинг забруднення довкілля та використовувати альтернативні джерела енергії, що зменшить негативний вплив на довкілля та забезпечить енергетичну незалежність.

Можна зробити висновок, що екологічні ризики промислового розвитку в Україні є серйозними проблемами, які можуть бути погіршені в умовах повномасштабної війни. Проте, наша країна має перспективи для розв'язання цих проблем, які полягають у забезпеченні ефективного контролю за виконанням екологічного законодавства, використанні сучасних технологій та альтернативних джерел енергії, таких як сонячна та вітрова енергія, що є більш екологічно чистими і дозволяють зменшити негативний вплив на довкілля. Розвиток таких джерел енергії допоможе забезпечити нашу країну енергетичною незалежністю та відкриватиме нові можливості для розвитку екологічної промисловості. Важливо не зупинятися на досягнутому та продовжувати працювати над екологічною безпекою України, яка є необхідною складовою сталого розвитку нашої країни.

Одним із основних принципів екологічного розвитку є збереження природних ресурсів та довкілля для майбутніх поколінь. В умовах військового конфлікту, коли знищення природних ресурсів та забруднення довкілля можуть стати невідновними, збереження природи та здоров'я населення стає ще більш важливою задачею.



а)

б)

Рисунок 1. а) географія випадків екоциду, спричинених росією під час повномасштабної війни в Україні (актуально на 12.04.2023) [1]

б) Кількість випадків екоциду під час повномасштабної війни за областями України (кольори відповідають категоріям рис.1 а)) [1]

В Чорнобильській зоні відчутно зросла кількість радіаційно небезпечних речовин після початку війни на сході України. Це пов'язано з тим, що на цих територіях було побудовано багато тимчасових сховищ радіоактивних відходів, що не мають необхідних технічних заходів безпеки [2]. В цьому контексті, під час війни необхідно забезпечити належний контроль за збереженням природних ресурсів та надійний захист населення від екологічних небезпек. Нікітівський ртутний рудник, який займається видобутком ртуті, також є потенційно токсичною точкою на Донбасі, про яку десятиліттями знають. Кілька покинутих ртутних шахт і звалище віднесені до першої категорії небезпеки для ґрунтів і води [3].

Отже, відповідальність за збереження навколишнього середовища та здоров'я людей покладається на всіх нас, а особливо на державу та відповідні владні структури.

Список використаних джерел:

1. Випадки потенційної шкоди довкіллю, спричинені російською агресією. Екодія. URL: <https://ecoaction.org.ua/warmap.html> (дата звернення: 01.04.2023).

2. The environmental cost of the war in Ukraine / D. Averin et al. Green European Journal. URL: <https://www.greeneuropeanjournal.eu/the-environmental-cost-of-the-war-in-ukraine/> (дата звернення: 04.04.2023).

3. Michalik B. Ekspert alarmuje: Donbas to potencjalna bomba ekologiczna. BusinessInsider. URL: <https://businessinsider.com.pl/technologie/nowe-technologie/wojna-rosja-ukraina-donbas-to-potencjalna-bomba-ekologiczna/mb140hc> (дата звернення: 31.03.2023).

УДК 331.45-047.64:621.37

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ПРАЦІ В ГАЛУЗІ РАДІОТЕХНІКИ**

Хльоба А.А.

Науковий керівник – д.п.н., проф. Дембіцька С.В.

Вінницький національний технічний університет, каф. ФІЕС

м. Вінниця, Україна

тел. +38(063) 332-14-27, email: [hlobaanton@gmail.com](mailto:hlobaanton@gmail.com)

тел. +38(063) 736-00-47, email: [sofiyadem13@gmail.com](mailto:sofiyadem13@gmail.com)

In this work, the idea of the importance of occupational safety prevention and the use of the risk management approach is briefly outlined. For this, some European directives on labor protection and cooperation of Ukraine with EU members in this field are mentioned. The steps of our country to improve the state of the industry, problems and possible ways to solve them are given.

Обсяг збитків спричинених професійними захворюваннями та нещасними випадками на виробництві може складати мільярди євро, так втрати Європейського союзу на 2002 рік становили 26 млрд. євро. А окремо у Великій Британії (розрахунок проведено Європейським агентством з безпеки гігієни праці) станом на 2014 рік склали 18,1 млрд. євро. З метою зменшення таких суттєвих економічних втрат у всьому світі вводяться та удосконалюються заходи спрямовані на запобігання та унеможливлення настання нещасних випадків та професійних захворювань, там де це можливо. Так як зусилля докладають різні організації (ООН, ВООЗ, МОП і інші) результатами стають документи як Директива 89/391/ЄЕС, яку було прийнято ще у 1989 році, вона входить до бази ЄС з питань безпеки і гігієни праці. У ній надаються поради щодо протидії професійним ризикам, різні форми надання інформації і ефективні способи донесення її до працівників. Методи зменшення нещасних випадків, чинників ризику. Наведено вимоги до працівників та їх роботодавців, на яких покладено виконання розроблених методів.

Крім цього у нормативно-правовій базі ЄС додатково наведено біля 30 інших директив, які направлені на конкретні аспекти безпеки і гігієни праці. Україна не перший рік прагне до Європейського Союзу і тому поступово узгоджує своє законодавство з нормами та практиками трудового сектора ЄС. Вже було прийнято низку директив (2009/104/ЄС, 92/57/ЄЕС, 89/656/ЄЕС, 90/270/ЄЕС, 92/104/ЄЕС) та досягнуто розуміння чому і для чого потрібно поліпшати стан охорони праці в країні. Але не зважаючи на здобутки існує ряд проблем, основна з яких перенесення лише окремих директив з ЄС а не усієї архітектури безпеки і гігієни праці ЄС, відсутність єдиної термінології, достатньої правової сили у прийнятих правових актів, відсутність системи саме застосування і дотримання до введених нормативних актів. Прикладом може стати законопроект

винесений на обговорення ще у 2019 році – «Про безпеку та здоров'я працівників на роботі» з метою гармонізації національного законодавства з охорони праці з рамковою Директивою Ради ЄС, який мав бути прийнятий ще у 2020 році, станом на 2023 рік він знову на стадії обговорення. Він мав би удосконалити та спростити процедуру проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, наблизитись до ризикоорієнтованого підходу в сфері безпеки та гігієни праці, підвищити штрафи, дозволити інспекторам з праці приходити на перевірки у будь-який час, і ще низку заходів. Але і до нього у спеціалістів існує велика кількість запитань, наприклад до визначень (таких як шкідливі умови праці, ГДК шкідливих речовин, шкідливі умови праці) або до атестації робочих місць, які ззовні нагадують європейські, але по факту ними не є. Критики відзначають що у варіанті Європейського союзу поняття «ризик» пропонується звести чи наблизити до нуля, у нашому варіанті залишається поняття «професійним ризик» який можна розцінити як: вважається допустимим що для визначення ризиків для працівники вони мають перебувати під впливом декількох факторів робочого середовища які вже перевищують допустимий поріг. Отже країні для наближення до європейських законодавств з безпеки і гігієни праці необхідно вирішити ряд таких питань: створення системи керування ризиками замість практики відшкодувань, через їх неминучість.; Впровадження комплексної а не частинної імплементації європейських підходів і законів; Замість шляху ускладнення та введення нових «мертвих» законів необхідно позбавлятися від непотрібних та вторинних правових актів з правової бази; Відповідальність роботодавця щодо безпеки робітників має покладатися саме на нього а не на сторонніх осіб, назначених ним; Незалежно від шкідливості праці роботодавець має забезпечувати виконання вимог з безпеки та гігієни праці для усіх робітників, також забезпечувати їх медичними оглядами, підвищення кваліфікації та інформованості з питань охорони праці.

Список використаних джерел:

1. Сантуш А. (2019). Безпека та гігієна праці: узгодження українського законодавства з європейськими нормами. Охорона праці і пожежна безпека, №7 (103). Режим доступу: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---europe/---ro-geneva/---sro-budapest/documents/newsitem/wcms\\_716984.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---europe/---ro-geneva/---sro-budapest/documents/newsitem/wcms_716984.pdf)
2. Дутчак А. (2019, 30 жовтня). Аналіз законопроекту «Про безпеку праці та здоров'я працівників». Режим доступу: <https://dutchak.pp.ua/analiz-zakonoproektu-pro-bezpeku-praczi-ta-zdorovya-praczivnykiv/>
3. Душко Т. (2018). Актуальні питання державної політики України в галузі охорони праці. Охорона праці і пожежна безпека. № 5 (89). С. 8-12.

УДК 628.5:502.131(477.64)

## ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ ЗАПОРІЖЖЯ

Казанцева С.С.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Хондак І.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків,  
Україна

тел. +380661936087, email: [sofiia.kazantseva@gmail.com](mailto:sofiia.kazantseva@gmail.com)

This work is devoted to the assessment of the danger posed by the operation of industrial facilities in Zaporozhye and advice on reducing their negative impact on people and the environment. The main environmental consequences and methods of their solution are considered.

Запоріжжя – місто, розташоване на південному сході України, яке має велику кількість промислових підприємств, зокрема металургійні заводи, хімічні заводи та електростанції [1]. Хоча ці об'єкти допомагають сприяти економічному зростанню міста, вони також мають значний вплив на навколишнє середовище. Ці промислові об'єкти можуть становити серйозні екологічних небезпеки для людей та природи.

Однією з найбільш значущих екологічних небезпек, що спричиняють промислові об'єкти в Запоріжжі, є забруднення повітря. Промислові споруди міста відповідають за викиди великої кількості діоксиду сірки, оксидів азоту та інших шкідливих забруднюючих речовин у повітрі (табл. 1). Ці забруднення спричиняють низку проблем зі здоров'ям, включаючи хвороби органів дихання, захворювання серця та рак.

Таблиця 1– Кількість викидів виробництв та енергетики в атмосферу у 2022 році

	Кількість викинутих в атмосферу забруднюючих речовин, тонн							
	Сірки діоксид	Азоту діоксид	Оксид вуглецю	Неметанові леткі органічні сполуки	Поліароматичні вуглеводні	Тверді частинки Тч2,5	Тверді частинки Тч10	Аміак
<b>Виробництво</b>	1124,2	1801,9	7640,2	420,4	58,45	32,8	104,3	7,9
<b>Енергетика</b>	64744,8	22301,6	40730,7	903,7	2,8	30,9	50,9	28,5

Промислові споруди міста Запоріжжя також становлять ризик для водопостачання міста. Підприємства зливають різноманітні забруднюючі речовини у воду, зокрема важкі метали, хімічні речовини та інші токсини, спричиняючи забруднення питної води, а також завдають шкоди мешканцям річок, озер та екосистемі [2].

Більш того промислові відходи, такі як хімічні розливи, сміттєзвалища та викиди, можуть призвести до забруднення ґрунту. Це може мати шкідливий вплив як на здоров'я людини, так і на навколишнє

середовище. Наприклад, забруднений ґрунт може призвести до накопичення токсинів в овочах, фруктах, тощо, які потім споживають як люди, так і тварини.

Для зменшення небезпечних наслідків функціонування промислових підприємств Запоріжжя для навколишнього середовища, є декілька шляхів вирішення цих питань.

По-перше, більш жорсткі екологічні норми: Український уряд повинен приймати більш жорсткі екологічні норми для промислових об'єктів. Це може включати вимоги до скорочення викидів, поводження з відходами та інших заходів для мінімізації впливу промислової діяльності на навколишнє середовище[3].

По-друге, збільшення моніторингу: уряд повинен збільшити моніторинг промислових об'єктів у Запоріжжі, щоб гарантувати, що вони відповідають екологічним нормам. Це може включати регулярні перевірки, тестування на викиди та інші заходи щодо притягнення керівників промислових підприємств до відповідальності.

По-третє, інвестиції в чисту енергію: уряд повинен інвестувати в технології чистої енергії, такі як сонячна та вітроенергетика, щоб зменшити залежність від викопного палива. Це може допомогти зменшити забруднення повітря та викиди парникових газів від промислової діяльності.

Отже, промислові заклади, зокрема металургійні заводи, хімічні заводи та електростанції, в Запоріжжі становлять значні екологічні небезпеки, зокрема забруднення повітря, води та ґрунту. Для зменшення цих небезпечних наслідків важливо прийняти більш жорсткі екологічні норми, удосконалити моніторинг промислових установок та інвестувати в технології чистої енергії. Зробивши ці кроки, буде можливість допомогти захистити навколишнє середовище та здоров'я тих, хто живе в Запоріжжі і взагалі покращить екологічну ситуацію.

Список використаних джерел:

1. Geograf / Офіційний сайт URL : <http://www.geograf.com.ua/geoinfocentre/20-human-geography-ukraine-world/734-ekologichni-umovi-zaporizkoji-oblasti> (дата звернення : 10.02.2023).

2. Мистецтво змін: молодь та демократія / Офіційний сайт URL : <https://uadim.in.ua/mystectvo-zmin/tpost/f011245ek1-ekologchna-situatsya-zaporzhzha> (дата звернення : 17.02.2023).

3. Запорізька міська рада / Офіційний сайт URL : <https://zp.gov.ua/uk/page/ekologichni-povidomlennya> (дата звернення : 22.02.2023).

УДК 621.396.6:004.05

**СТРУКТУРА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ  
ЯКОСТІ ВИРОБІВ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ  
МОНТАЖУ ДРУКОВАНИХ ПЛАТ**

Шерстюк А.М.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Безкоровайний В.В.  
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф.  
КІТАМ, м. Харків, Україна  
тел. +38(097)900-95-00, e-mail: [andrii.sherstiuk@nure.ua](mailto:andrii.sherstiuk@nure.ua)

This work is devoted to the development of the structure of the automated product quality control system of the technological process of assembling printed circuit boards. The paper examines the relevance of the problem of using defective printed circuit boards in modern technical equipment. Examples of using two structures of an automated product quality control system to solve the problem of manufacturing defective printed circuit boards are considered. The paper presents the structure of the work of our own automated quality control system for printed circuit boards.

Сьогодні друковані плати використовуються у радіоелектронній апаратурі, комп'ютерній техніці та гаджетах, військовій техніці, автомобільній техніці, медицині(кардіостимулятори, рентгенівські апарати, слухові апарати тощо.), авіаційної та космічної галузях (різна зброя, торпеди, радары, системи нічного бачення, супутники, панелі управління тощо), у сфері телекомунікацій та інших областях. Для того, щоб електронне обладнання, в якому використовуються друковані плати, могло справно працювати, друковані плати не повинні мати дефектів і бути справними після проходження контролю якості на виробництві. Це обумовлює актуальність теми моєї роботи, що присвячена розробці структури автоматизованої системи контролю якості виробів для технологічного процесу монтажу друкованих плат.

Одним із прикладів для рішення поставленої задачі може бути автоматизована система контролю якості Altami [1]. У системі Altami для рішення подібних задач зазвичай використовують рентгенівське обладнання у купі з системою візуалізації: камерою (або іншим цифровим пристроєм захоплення зображень) та комп'ютером із встановленим на ньому спеціалізованим програмним забезпеченням [1]. Ще одним прикладом для рішення поставленої задачі може бути використання автоматизованої системи контролю якості на складських підприємствах FORSTOR із застосуванням машинного зору. Ця система складається з камери, що відповідає за візуальний контроль продукції, ПК із програмним забезпеченням для обробки зображень, сервер для зв'язку ПК зі віртуальним сховищем даних [2].

Для рішення поставленої задачі я планую створити автоматизовану систему контролю якості із використанням методів машинного навчання. Система буде складатися з однією або двома розумних камер з відповідною оптикою для захоплення зображень, кілька люмінесцентних ламп для освітлення об'єкту, що тестується, ПК з чотирьох ядерним процесором, на якому буде знаходитись програмне забезпечення для обробки зображень [3]. Зображення спочатку будуть перехоплюватися відеокамерою у реальному часі та потрапляти у програму на ПК. Обробка вхідних зображень та порівняння їх з оригіналами, що зберігаються у відповідній базі даних буде проводитись із використанням згорткової нейронної мережі. Для того, щоб збільшити точність і швидкість роботи нейромережі буде проводитись бінарізація зображення, тобто переведення зображення у чорнобілий формат. Останнім кроком роботи системи є рішення програми пропускати або забракувати друковану плату до заданого критерію [4]. Якщо друкована плата іде з браком система буде подавати сигнал програмному забезпеченню для відхилення виробу.

Висновки. Запропонована структура автоматизованої системи контролю якості друкованих плат допоможе звести кількість друкованих плат до мінімуму, що в свою чергу збільшить строк служби технічного обладнання, в якому вони використовуються. У майбутньому планується використовувати мою структуру автоматизованої системи контролю якості продукції у відомих фірмах сучасної комп'ютерної техніки.

Список використаних джерел:

1. Altami Software. (б. д.). Автоматизация контроля качества. Взято 10 квітня 2023 з [http://altamisoft.ru/article/quality\\_control\\_automation/](http://altamisoft.ru/article/quality_control_automation/)
2. Forstor.ua. (б. д.). Система машинного зору. Взято 11 квітня 2023 з <https://forstor.ua/ua/c-mashinnoe-zrenie-376/>
3. Nina.az. (б. д.). Машинний зір. Взято 11 квітня 2023 з [https://www.wiki-data.uk-ua.nina.az/%D0%9C%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%B9\\_%D0%B7%D1%96%D1%80.htm](https://www.wiki-data.uk-ua.nina.az/%D0%9C%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D1%96%D1%80.htm)
4. Боцман І. В., Чала О. О., & Васільєв В. А. (2021). Розробка автоматизованої системи контролю друкованих плат із використанням методів машинного навчання // Achievements and prospects of modern scientific research. Abstracts of the 2nd International scientific and practical conference, Editorial EDULCP, 177–184. <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/ef0fd5f4-a26e-4d6f-bf06-5604a88c7a11/content>

## **КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ ДОВКІЛЛЯ**

Георгієва Я.В.

Науковий керівник –к.т.н, доцент Стищенко Т.Є.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ОП

м. Харків, Україна

тел. +38(097)-965-97-49, e-mail: [yana.heorhiieva@nure.ua](mailto:yana.heorhiieva@nure.ua)

This work provides an overview of the different methods and tools used for environmental monitoring, which allows for the identification of negative human impacts on the natural environment and the development of appropriate solutions. The control of the environment is crucial for the preservation of nature. Various methods and means are used to monitor the quality of air, water, soil, and other environmental components. One of the most effective methods is environmental monitoring, which involves the systematic measurement and analysis of environmental parameters.

Навколишнє природне середовище є дуже важливим для нашого життя та здоров'я, тому ми повинні вживати всіх можливих заходів для його захисту та збереження. Існує багато методів та засобів контролю навколишнього середовища, які допомагають виявляти та усувати негативні впливи на довкілля. Контроль за довкіллям є дуже важливою задачею, оскільки природа потребує охорони та контролю за її станом. На сьогоднішній день існують різноманітні методи та засоби контролю навколишнього природного середовища, які допомагають виявляти та усувати негативні наслідки діяльності людини на довкілля. Далі я розгляну один із таких методів - моніторинг навколишнього середовища.

Одним з найбільш ефективних методів контролю навколишнього середовища є моніторинг. Моніторинг дозволяє отримувати регулярну інформацію про стан навколишнього середовища та відслідковувати зміни, що відбуваються з часом. Він також допомагає встановити взаємозв'язки між фізичними, біологічними та хімічними процесами, що відбуваються у довкіллі.

Моніторинг навколишнього середовища виконується за допомогою спеціальних засобів, таких як датчики, монітори, зонди та інші прилади. За допомогою цих засобів здійснюється постійний контроль за якістю повітря, води, ґрунту та інших компонентів навколишнього середовища. Отримані дані проходять обробку та аналіз, після чого вони використовуються для визначення рівня забруднення, виявлення джерел забруднення та прийняття рішень щодо їхнього усунення.

Один з найбільш ефективним засобом контролю водного середовища є дистанційне зондування Землі. Цей метод передбачає використання спеціальних супутників, які відправляють на Землю сигнали, які відбиваються від поверхні води та поверхні дна. По цих сигналах можна

визначити глибину водойм, характер їх дна та якість води. Дистанційне зондування Землі дозволяє отримувати інформацію про водні ресурси на великій території, що дуже важливо для контролю та охорони водних екосистем.

Одним з важливих аспектів дистанційного зондування Землі є використання радіоактивних ізотопів для визначення якості води. Ізотопи впроваджуються в водні екосистеми та потім їх розпад можна виміряти. Це дає змогу визначити швидкість руху води, напрямок та обсяг потоків, а також відслідковувати розповсюдження забруднень водойм.

Існують різні типи зондів, які використовуються для зондування, такі як індикаторні зонди, електроди, оптичні зонди та інші. Кожен з цих типів зондів має свої особливості та переваги.

Індикаторні зонди зазвичай використовуються для вимірювання рН-рівня води або рівня розчинених кислот. Ці зонди мають вбудований індикатор, який змінює свій колір залежно від рН-рівня. Однією з переваг індикаторних зондів є їх простота використання та знижена вартість. Недоліком може бути менша точність вимірювання.

Електродні зонди використовуються для вимірювання електричного потенціалу рідин або газів. Однією з переваг електродних зондів є їх висока точність та можливість вимірювання рівнів концентрації різних речовин. Недоліком може бути складність використання та висока вартість.

Оптичні зонди використовуються для вимірювання рівня розчинених речовин у воді. Ці зонди мають вбудовану оптичну систему, яка вимірює кількість світла, яке проходить через воду. Однією з переваг оптичних зондів є їх висока точність та можливість вимірювання розчинених речовин в надрахунок їх концентрації. Недоліком може бути складність використання та висока вартість.

Незважаючи на те, який тип зонду використовується, вони всі мають одну загальну перевагу - вони дозволяють вимірювати певні параметри довкілля в режимі реального часу та отримувати дані в режимі реального часу. Це дозволяє швидко реагувати на зміни в довкіллі та приймати необхідні заходи для захисту навколишнього середовища.

Однак, кожен тип зонду має свої обмеження та недоліки. Наприклад, індикаторні зонди можуть не бути достатньо точними для деяких досліджень. Електродні зонди можуть бути дуже чутливими до інтерференції, що може впливати на їх точність. Оптичні зонди можуть не бути достатньо чутливими для деяких досліджень та можуть бути дуже дорогими.

Однак, не зважаючи на обмеження та недоліки, зондування залишається важливим методом контролю навколишнього середовища. Завдяки йому ми можемо отримувати регулярну та точну інформацію про довкілля, зрозуміти, які заходи потрібно приймати для зменшення

негативного впливу нашої діяльності на довкілля, та забезпечити збереження навколишнього середовища для нас та майбутніх поколінь.

Узагальнюючи, моніторинг довкілля є важливим інструментом для контролю за станом природного середовища та виявлення негативних наслідків діяльності людини. Використання зондів дозволяє вимірювати параметри води та повітря. Дистанційне зондування Землі є ефективним засобом контролю водних екосистем. Результати моніторингу та зондування дозволяють приймати рішення щодо захисту довкілля.

Список використаних джерел:

1. Посудін Ю. І. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища. / Посудін Ю. І. – К. : Світ, 2003. – 286 с.

2. Старикович Л. С. Прилади і методи дослідження стану довкілля : навч. посібник / Л. С. Старикович, К. П. Дудок.

3. Ikonos-2 [Electronic resource] // Sharing Earth Observation Resources. eoPortal News. – Way of access : <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/i/ikonos-2/>

## АЛФАВИТНИЙ СПИСОК

<b>А</b>		<b>М</b>	
Александров В.О.	13	Маковеева В.К.	55
Артюх.В.С	101	Маслов О. А.	51
<b>Б</b>		Матюхін О.Б.	141
Балай А. Є.	81	Михайленко Я.Р.	97
Башлай Є.О.	111	Морозов М.Р.	49
Беда С. І.	93	<b>Н</b>	
Беляев Д.М.	143	Наумов М.С.	27
Благодарна В.М.	149	Нижник В.В.	85
<b>В</b>		Nienova D.V.	25
Веснянка В. О.	45	<b>О</b>	
Виноградська В. Г.	77, 135	Остапенко І.В.	41
<b>Г</b>		<b>П</b>	
Георгієва Я. В.	161	Панов А.О.	69, 71
Герман Д.В.	69	Петров Е. С.	7
Гольтеров Р.В.	69	Пилипенко В.В.	65
Грiшний О.О.	71	Позняков Д.О.	119
<b>Д</b>		Полозов М.О.	151
Дам-Васильєва Ч. А.	121	Пономаренко П.О.	145
Даниленко М.М	33	Прийдак О.І.	29
Дорофєєв Д.О.	95	<b>С</b>	
Дрогіна О.Л.	103, 137	Савченко О.М.	29
Дяченко Е.С.	21	Світличний М.С.	75
<b>Є</b>		Стеблівський О.С.	83
Єсипенко В.Ю.	131	Sofia Chehrynets	57
<b>З</b>		<b>Т</b>	
Зайченко Н.Я.	73	Тарасенко Д. П.	47
Зарубін І.С.	17	Тищенко О. А.	61
Збітнєв Д.С.	129	Ткачов М.Р.	55
Зибенко О.О.	63	<b>У</b>	
Zozulya V.A.	115	Уколов Д. В.	93
		Уколов Д. В.	133

<b>К</b>		<b>Х</b>	
Казанцева С.С.	157	Хайло В.В.	15
Карташова В.В.	19	Хльоба А.А.	155
Кашеєв В. А.	5, 99	<b>Ч</b>	
Клименко Д.А.	147	Чернишенко О.В.	39
Книш А. О.	91, 127	<b>Ш</b>	
Колісник Р.І.	71	Шахрай Р. Р.	43
Коломієць А.О.	73	Шелудешев В. О.	133
Кононенко В. А.	9	Шерстюк А.М.	159
Кононенко К.О.	109	Шишко А.Т.	35
Косовцов Д.І.	105	Шрубковський Є.В.	37
Косовцов Д.І.	125	Щолоков І.С.	59
Котенко К.О.	139	<b>Ю</b>	
Кулешов Д.С.	35	Юр'єв А.В.	83
Кухарчук М.А.	11	Юрков Д.В.	31
Кучегура Р.О.	153	<b>Я</b>	
<b>Л</b>		Яріш В.Ю.	23
Лашин З.В.	87		
Левченко К.О.	53		
Лі Н.Д.	123		
Лобас І.В.	113		
Логінова А.О.	107		
Lysenko D.O.	115		

## ЗМІСТ

Програмний комітет конференції.....	3
1. Комп'ютерно-інтегровані технології радіоелектронного приладобудування.....	4
2. РЕА вбудованих систем.....	68
3. Фізичні основи процесів в радіоелектроніці, комп'ютерній техніці та приладобудуванні.....	90
4. Системи безпеки технологічних та виробничих процесів.....	118
Алфавітний список.....	164

«РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА МОЛОДЬ В ХХІ СТОЛІТТІ»  
Матеріали 27-го Міжнародного молодіжного форуму

Відповідальні за випуск: О.І. Филипенко  
Комп'ютерна верстка: С.І. Теслюк

Матеріали збірника публікуються в  
авторському варіанті без редагування

Підп. до друку 24.05.2023    Формат 60x84 1/16    Спосіб друку - ризографія  
Умов. друк. арк. 11,6        Тираж 108 прим.  
Зам. № \_\_ - \_\_\_\_ .         Ціна договірна

---

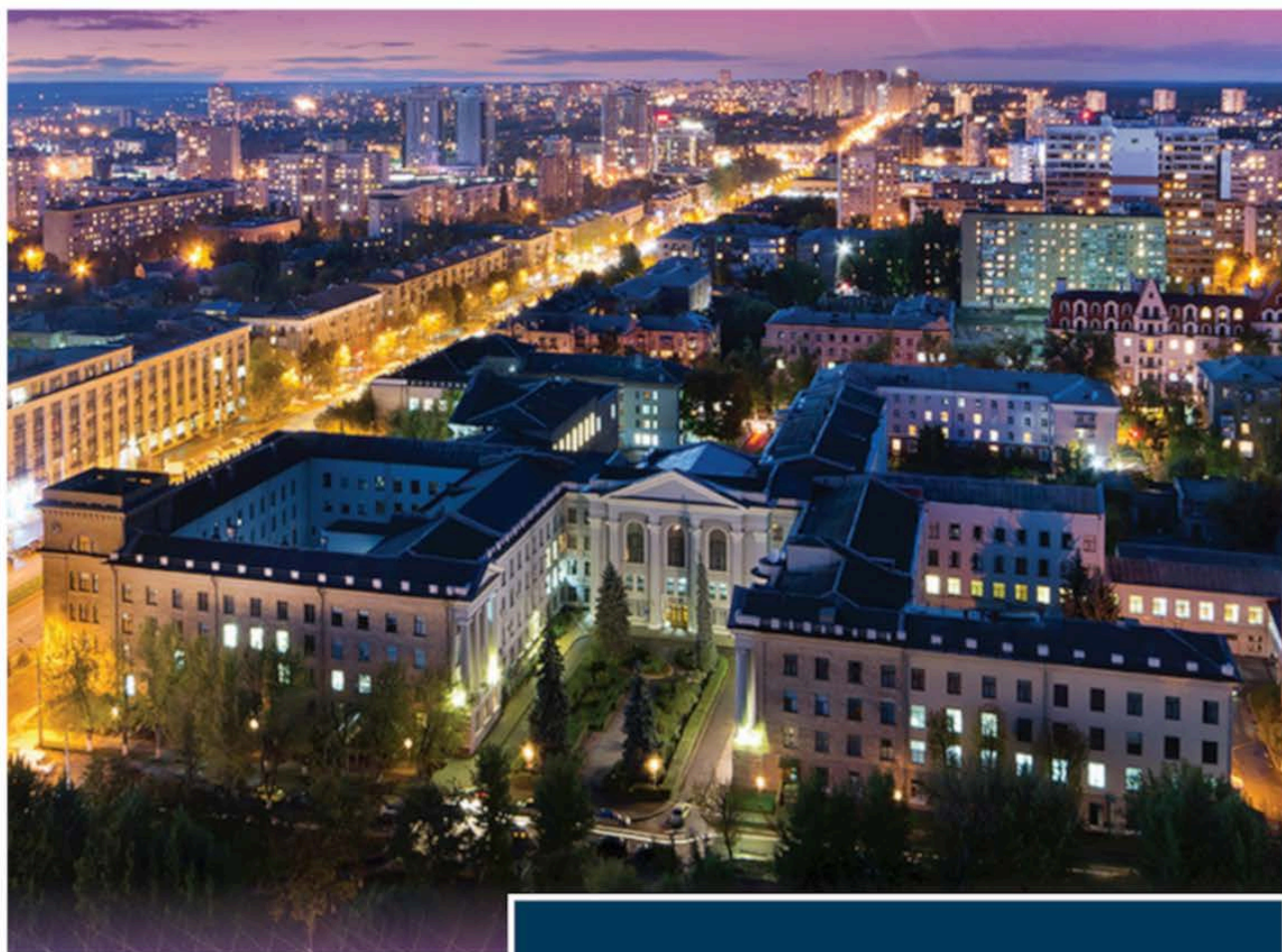
ХНУРЕ. Україна. 61166, Харків, просп. Науки, 14

---



# NURE

Харківський національний  
університет радіоелектроніки



XXVII Міжнародний  
молодіжний форум

"Радіоелектроніка та  
молодь у XXI столітті"