

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
„ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”



VI Всеукраїнська науково-технічна
конференція молодих учених, аспірантів та студентів
„Автоматизація, контроль та управління: пошук ідей та
рішень” (АКУ-2020)

21 травня 2020 р.

Збірник тез конференції

м. Покровськ

Автоматизація, контроль та управління: пошук ідей та рішень (АКУ-2020). Збірник тез VI Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених, аспірантів та студентів в м. Покровську 21 травня 2020 р. - Покровськ, ДонНТУ, 2020. - 71 с.

До збірника тез конференції увійшли матеріали доповідей, що було представлено на VI Всеукраїнській науково-технічній конференції молодих учених, аспірантів та студентів, що проведена кафедрою Автоматики та телекомунікацій факультету комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації, електроінженерії та радіоелектроніки ДВНЗ «Донецький національний технічний університет» (м. Покровськ, Україна). Збірник призначений для студентів та аспірантів вищих технічних навчальних закладів, технічних фахівців з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Представлено результати наукових досліджень та розробок молодих вчених, аспірантів та студентів із провідних технічних вузів та наукових закладів України (Покровськ, Кам'янське).

That is the collection of scientific articles of young researches and students from technical high schools of Ukraine (Pokrovsk, Kamianske).

Представлены результаты исследований и разработок молодых ученых, аспирантов и студентов из ведущих технических вузов Украины (Покровск, Каменское).

Організаційний комітет: Петелін Е.А., к.т.н., доц., декан факультету комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації, електроінженерії та радіоелектроніки ДонНТУ – голова оргкомітету; Воропаєва А.О., к.т.н., доц. кафедри автоматики та телекомунікацій, відповідальний секретар; Жовтобрух С.А., ст. викл. кафедри автоматики та телекомунікацій - відп. редактор, Воропаєва В.Я., к.т.н., проф., проректор з навчальної роботи ДонНТУ; Зорі А.А., д.т.н., проф. кафедри електронної техніки; Вовна О.В., д.т.н., проф., завідувач кафедри електронної техніки; Поцєпаєв В.В., к.т.н., доц., завідувач кафедри автоматики та телекомунікацій; Колларов О.Ю., к.т.н., доц., завідувач кафедри електричної інженерії.

Секретаріат оргкомітету: Ступак Г.В., ст. викл. кафедри автоматики та телекомунікацій.

Відповідальність за зміст, новизну та оригінальність наданого матеріалу несуть автори статей. Стилiстику та орфографію авторів збережено.

© ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», 2020 р.

© Автори статей, 2020 р.

Попіль О.С., студент (djamper103@gmail.com)

Бурлака О.М., викладач (oleksandr.burlaka@donntu.edu.ua)

ДВНЗ „Донецький національний технічний університет”, м. Покровськ, Україна

МОНІТОРИНГ СТАНУ ШАХТНОЇ АТМОСФЕРИ, ЗА ДОПОМОГОЮ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Вступ. Моніторинг стану повітряного середовища шахт і копалень при консервації їх виробок в наслідок ліквідації пожежі залишається актуальною проблемою, через свою підвищену небезпеку для людини. В той же час, постійний моніторинг атмосфери і температурного режиму цієї ділянки, без доступу людини, є актуальним завданням сьогодення. Крім того, необхідно виявляти і активно локалізувати очаги возгорання, що скорочує термін гасіння пожежі. Тому виникає потреба в створенні системи яка здатна здійснювати контроль стану температури та повітряного середовища вироботки в продовж всього часу консервації.

Актуальність питання. В даний час на вугільних шахтах України з ростом грубін видобутку вугілля зростає газонасність виробок, збільшується інтенсивність і частота раптових викидів метану різної інтенсивності, що призводить до підвищення небезпеки при веденні гірських робіт. При великих викидах метану відбуваються вибухи з подальшим тривалим тлінням вироблення що спільно з наявністю вогнебезпечної атмосфери провокує нові загорання. Виходячи з цього доводиться проводити консервацію вироблення на тривалий час, до їх повного охолодження і подальшого розгазування. Тому виникає завдання моніторингу стану шахтної атмосфери, температури та концентрації метану, максимально безпечним способом. На вирішення цього питання і направлено створення системи моніторингу за допомогою безпілотних літальних апаратів (квадракоптерів). Застосування дронів потрібно розглядати як засіб доставки приладів моніторингу до необхідних місць, так і як розвідник- носій необхідних приладів контролю.

Постановка задачі. Необхідно розробити систему моніторингу температури та загазованості повітряного середовища законсервованої ділянки виробки в умовах пожежі, з використанням безпілотних літальних апаратів для доставки елементів цієї системи на передбачене місце розташування і, при необхідності, передбачити можливість оснащення цих апаратів безпосередньо засобами контролю. Таким чином, вирішується питання контролю поточного стану шахтних виробок які були законсервовані через можливості їх повторного займання при розконсервації.

Обґрунтування напрямку автоматизації. Система має виконувати наступні функції:

1. Доставку базової станції у виробку.
2. Здійснювати доставку датчиків до місця їх експлуатації.
3. Зчитувати інформації з датчиків.
4. Забезпечувати надійність прийому і передачі даних до базової станції.
5. Передачу даних зі станції на контролер для обробки.
6. Виведення інформації про поточний стан на пульт диспетчера, зі збереженням попередніх показань.

Виходячі з того, що система повина виконувати передбачені функції, до неї

ставлять такі вимоги:

1. Можливість заміни несправного обладнання.
2. Відповідність вимогам правил улаштування електроприладів.
3. Інформування диспетчера при аварії пристрою.
4. Дотримання необхідних габаритно-технічних параметрів.

Структура і алгоритм роботи системи. Виходячи з поставлених функцій було розроблено структурну схему системи рис.1

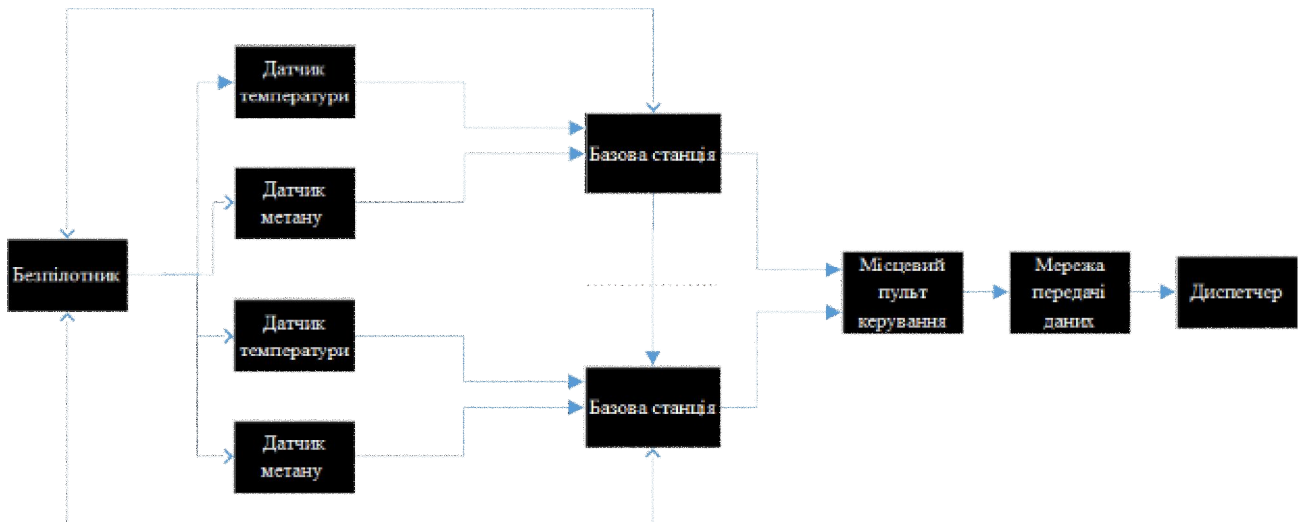


Рисунок 1 - Структурна схема системи.

Так як процес консервації виробок відбувається тривалий час то передбачається установка датчиків по всьому периметру виробок на постійній основі, через деякий час після консервації. Базові станції рівномірно розміщуються по виробкам, щоб охопити контроль усіх датчиків і формування локальної мережі зв'язку з місцевим пультом управління, який в свою чергу з'єднується через загальношахтну мережу з диспетчером.

Процес переміщення об'єктів системи відбувається шляхом їх закріплення на квадрокоптері, з можливістю автоматичного відкріплення і встановлення за місцем контролю. Далі квадрокоптер розміщують в своєрідний пристрій (базова станція) об'єм якого заповнюється інертними газами, для мінімізації потрапляння кисню в законсервовану виробку. Потім, за допомогою цього пристрою, квадрокоптер пересувається у законсервований простір виробок.

Після того як дрон з закріпленими об'єктами було переміщено у виробку відбувається розгортання БПЛА і перевірка якості зв'язку з оператором, який здійснює запуск і керування транспортуванням об'єктів системи до необхідного місця їх розташування. Далі перевіряється зв'язок з базовою станцією і відбувається від'єднання об'єкта. Для забезпечення енергоефективності, контроль параметрів і передачу інформації здійснюється з проміжком у 1 годину. Контрольна станція приймає цю інформацію і через локальну мережу передає її на пульт місцевого оператора, а далі, через шахтну мережу зв'язку, диспетчеру. Після виконання завдання відбувається повернення літального апарату на базову станцію.

БПЛА оснащені засобами зв'язку, локації і зовнішнього спостереження. Керування і навігація здійснюється у напіваавтоматичному режимі.

Розробка експлуатаційних вимог до системи автоматизації. У зв'язку з тим що навколишнє середовище вироблення має високу температуру, та велике

запилення до системи пред'являються наступні вимоги:

1. Датчики і безпілотники повинні мати жаростійка і ударостійке виконання.
2. Елементи живлення повинні мати достатньо високі робочі температури.
3. Протягом всього періоду експлуатації датчики повинні мати повну енергонезалежність.
4. Радар безпілотника повинен очищатися від бруду і пилу для його нормального функціонування.

При експлуатації пристрою повинні дотримуватися: - правила безпеки з контролю стану підземної атмосфери; - заходи безпеки щодо застосування електричної енергії; - заходи безпеки по обслуговуванню і ремонту електричного устаткування. Електроживлення джерел, що входять до складу, має здійснюватися екранованим кабелем. Робочі і ІТП повинні бути навчені і проінструктовані щодо безпечних методів ведення робіт з обслуговування і експлуатації системи.

Висновки та напрямок подальших досліджень. Завдяки впровадження даного рішення можливо підвищити безпеку роботи людей шляхом мінімізації повторних вибухів. Застосування безпілотних літальних апаратів забезпечує швидке і надійне розгортання системи моніторингу яка здійснює контроль протягом усього періоду роботи. Подальший напрямок розвитку це розробка програмного забезпечення для можливого автоматичного застосування дрона шляхом сканування простору з подальшим створенням тривимірної карти і автоматичного вибору місць розміщення датчиків.

Перелік посилань:

1. Толпежніков Л.І. Автоматичне управління процесами шахт і копалень: Підручник для вузів-2-ге вид., Перераб. і доп.- М.: Недра, 1985.-352с.
2. НПАОП 10.0-1.01-10. Правила безпеки у вугільних шахтах. Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду №62 від 23.03.2010. - 150с.
3. Молодий вчений 2016. № 28 (132). С. 173-175.[Електронний ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/132/37100/>.

Марченко С.М., канд. ф.-м. н., доцент (smarsv1979@gmail.com);

Сотнік О.А., студент

Крамарь О.О., студент

Сірік Д.Д., студент

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ТА АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЦИФРОВОГО МОДУЛЯТОРА ЧАСТОТНО-МОДУЛІРОВАНОГО КОЛИВАННЯ

Вступ. Сучасні телекомунікаційні системи та системи радіозв'язку повинні забезпечувати широкий перелік функціональних можливостей за умови застосування мінімальної кількості електронних компонентів [1]. Таким умовам відповідають засоби цифрової обробки сигналів (ЦОС), які потребують для проектування таких систем виконання складних інженерних задач, а саме створення імітаційної моделі та програмного коду на основі цієї моделі для визначеного засобу ЦОС [2]. Метою даної роботи є цифрова реалізація частотного модулятора (ЧМ) в базисі програмованої логічної інтегральної схеми (ПЛІС).

Постановка задачі. Дана робота складається з двох частин: імітаційного моделювання та апаратної реалізації модулятора ЧМ сигналу на ПЛІС.

Структурна схема частотного модулятора ЧМ (рис.1), складається з генератору інформаційного сигналу (Γ), помножувача від якого залежить індекс фазової модуляції, A_0 – константа, яка визначає значення несучої частоти, суматору (Сум.), додаткового множника $\Pi 1$ для налаштування чутливості генератора керованого напругою (ГКН), порту підключення (ПП).

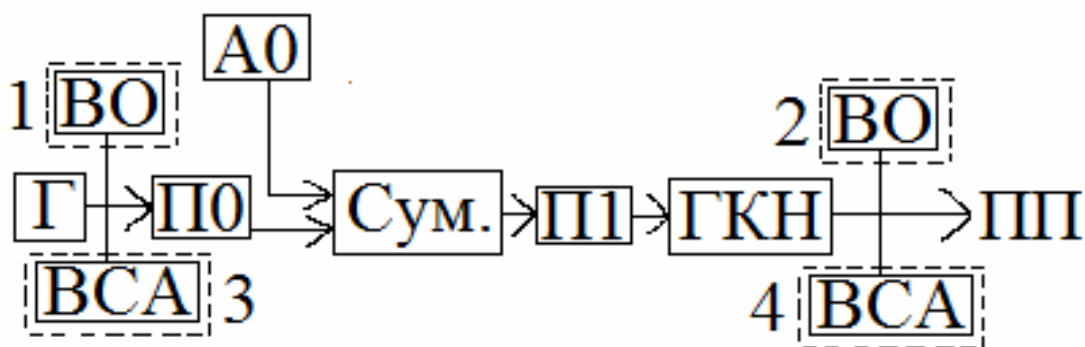


Рисунок 1- Структурна схема формувача ЧМ коливання

Результати роботи. З метою створення моделі цифрового методу формування ЧМ коливання було розроблено загальну схему імітаційного моделі (рис.2), яка буде використана на етапі створення програмного коду на мові описання апаратури (HDL).

Схема частотного модулятора у Simulink (рис. 2) складається з наступних блоків: Sin Wave1k, Sin Wave2k, Sin Wave5k формують три різні тони інформаційного сигналу (1 кГц, 2 кГц, 5 кГц), який дискретизується блоком Zero-Order Hold з частотою 45 МГц, блок Constant задає несучу частоту 10.7 МГц, помножувач GainDev визначає девіацію частоти, а GainS налаштовує чутливість

генератора з прямим цифровим синтезом (ГПЦС).

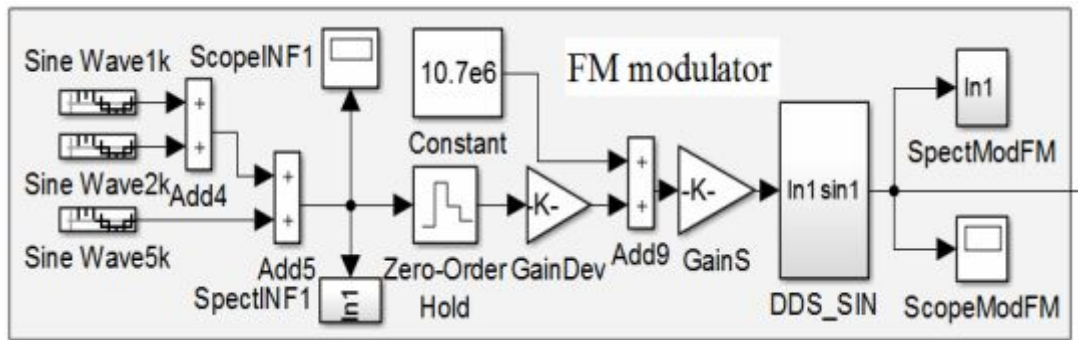


Рисунок 2 – Схема частотного модулятора у Simulink

Блок ScopeIN1F1 дозволяє переглянути інформаційний сигнал у часовій області, а блок SpectIN1F1 – в частотній; а блоки ScopeModFM та SpectModFM призначені для перегляду вихідного сигналу частотного модулятора, блок DDS_SIN - ГПЦС з використанням фазового акумулятора (Add 32-х бітний суматор та Delay лінія затримки), блоки ShiftArithmetic та DataTypeConversion4, блок помноження на константу Gain18 масштабує вихідний сигнал (від -1 до 1).

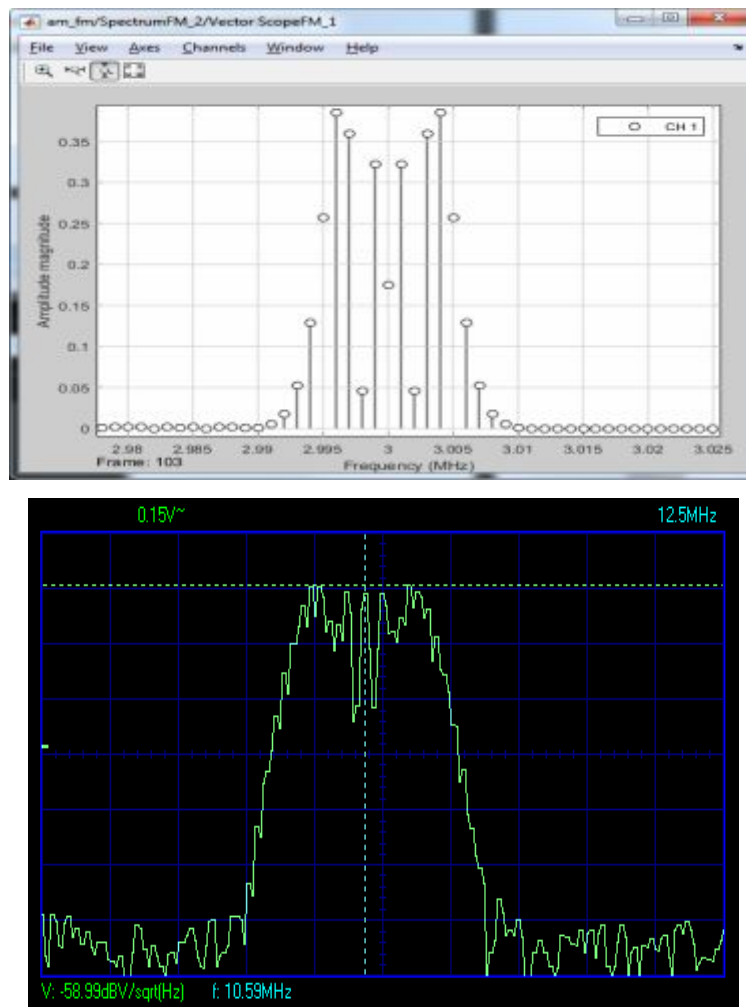


Рисунок 3 – Вихідний сигнал частотного модулятора у частотній області:
а- результати імітаційного моделювання,

б – результати натурних вимірів

Результати імітаційного моделювання (рис.3) були використанні для створення апаратної-програмної реалізації модулятора ЧМ колювання на основі ПЛІС сериі Spartan – 6. На цьому етапі було застотосовано систему проектування Xilinx ISE Design Suite 14.7, яка включає в себе середу для симуляції схеми згідно коду на мові HDL, транслятор с языка Verilog та симулятор (ISIM).

Згідно отриманих результатів симуляції ЧМ сигнал (рис.3, а), також його синтезу в базисі ПЛІС (рис.3, б) підтверджують коректність розробленного підходу для створення апаратних реалізацій сучасних систем звязку.

Перелік посилань:

1. А.И. Солонина, Д.А. Улахович, С.М. Арбузов, Е.Б. Соловьёва. Основы цифровой обработки сигналов. – Изд. 2-е испр. и перераб. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 768с..
2. Прокис Дж. Цифровая связь. Пер. с англ. / Под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь. 2000. – 800.

Ключові слова: модулятор; частотна модуляція; імітаційне моделювання; цифрова обробка сигналів.

ОСОБЛИВІ ФУНКЦІЇ МЕРЕЖЕВОГО СЕРВІСУ В МЕРЕЖЕВИХ ВУЗЛАХ З ПІДТРИМКОЮ SDN

Віртуалізація мережеских функцій пропонує перетворити мережескі функції, які сьогодні працюють на виділених пристроях, в набір образів програмного забезпечення, які можна об'єднати в стандартні сервера великого обсягу завдяки силі обчислювальних технологій віртуалізації і програмованих комутаторів. Дані технології забезпечують гнучкість, які дозволяють створювати ланцюги мережеских сервісів, які можна точно налаштовувати для кожного користувача, що дозволяє кожному користувачеві визначати свій власний кращий набір мережеских сервісів - графі сервісів (NF-FG). Ця стаття присвячена ситуації, коли користувачам надається можливість визначити свій власний сервісний граф, що складається з набору мережеских функцій, обраних самим користувачем і працюють виключно на його трафіку. Граф послуг зберігається в базі даних профілів користувачів і використовується, коли мережа розпізнає термінал, що належить самому користувачеві. В цьому випадку система може реконфігувати мережескі шляхи всередині вузла і створювати екземпляри мережеских зв'язків (як зазначено в графі послуг) в призначеному для користувача трафіку.

Для цього потрібно, щоб мережа перевела граф послуг в більш точне уявлення, зване «Мережескі функції - Граф відправлення» (NF-FG), яке включає в себе додаткові параметри (наприклад, фізичні/віртуальні порти), необхідні для роботи системи. У цій статті представлена програмна архітектура для динамічного створення примірників NF-FG починаючи з високорівневого опису бажаних графів і виникнення певної події (наприклад, новий користувач підключений до вузла), використовуючи управління трафіком, що надаються технологіями SDN, які використовуються для динамічної реконфігурації мережеских шляхів всередині мережеского вузла.

Загальна системна архітектура прототипу показана на Рисунку 1. Загальна оркестровка - це модуль, який відповідає за аутентифікацію користувача, що підключається до вузла мережі.

Після отримання інформації про те, що новий термінал підключений до одного з фізичних портів вузла, оркестровка витягує правильний граф обслуговування, збережений у зовнішньому сховищі профілів користувачів і виводить NF-FG відправки для вузла оркестровки.

Рисунок 1 - це дані, які складаються з послідовності пар «потік/дія», кожна з яких вказує який трафік повинен бути доставлений на конкретну мережеску функцію (через даний віртуальний порт) або фізичний порт, через який трафік повинен покинути вузол. Потік підтримує всі поля, певні OpenFlow 1.3 [1], в той час, як дія може посилатися або на фізичний порт вузла, або на порт мережеских функцій. В цьому відношенні можна розглядати NF-FG як узагальнення моделі даних OpenFlow, яка також визначає функції, які повинні обробляти трафік в вузол, на додаток до визначення портів, на які повинен відправлятися трафік. Оркестровка вузла отримує NF-FG через REST API.

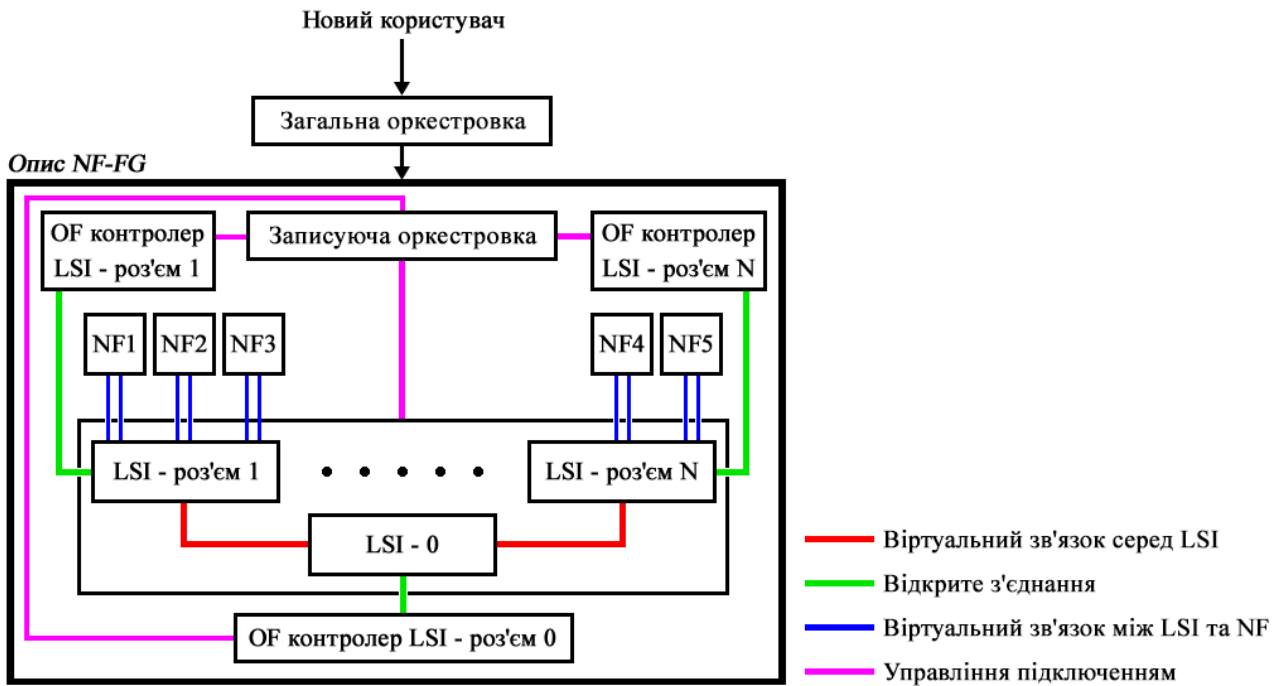


Рисунок 1 — Загальна архітектура

Цей модуль відповідає за створення NF-FG на обраному вузлі, який вимагає запуску відповідних обчислювальних середовищ і настройки мережових шляхів в програмному комутаторі. Реалізований API також підтримує команди, які видаляють/змінюють існуючі NF-FG, в той час як розширення для підтримки каскадних NF-FG в даний час знаходиться в процесі розробки. Коли оркестровка вузла отримує запит на нову NF-FG, відповідно до можливостей вузла вибирає реалізацію мережових функцій зі сховищ для кожної функції, необхідної для NF-FG. Управління трафіком серед елементів NF-FG засноване на програмному комутаторі xDPd [2], який дозволяє динамічно створювати кілька програмних комутаторів OpenFlow, званих логічними комутаторами (LSI). LSI-0 відповідає за класифікацію призначеного для користувача трафіку і доставку його до відповідного екземпляру LSI, який отримує доступ до мережових портів з використанням інфраструктури DPDK [3]: драйвер `igb` використовується в разі використання фізичних інтерфейсів, а драйвер `kni` або `rte_rings` використовується для обміну пакетами з мережевими функціями відповідно до типу самих функцій. Коли вузол-оркестровки отримує новий опис NF-FG, він:

- 1) витягує реалізацію для кожної необхідної мережевої функції та встановлює її.
- 2) створює екземпляр користувацької LSI на xDPd, підключаючи його до відповідної функції і LSI-0
- 3) створює постійний контролер OpenFlow, який дозволяє вставляти належні правила в таблицю потоків LSI.

Правила, що визначають NF-FG, перетворюються в дві послідовності повідомлень OpenFlow: одну для відправки в LSI-0, щоб він розумів, який трафік повинен бути наданий LSI і як обробляти пакети; другий повинен бути відправлений в LSI, щоб проінформувати його про те, як направляти пакети між мережевими функціями.

```

"NF-FG" : {
  "id" : "user1_123",
  "flow-rules" : [
    {
      "flow-space" : {
        "port" : "eth0",
      },
      "action" : "stateless_firewall:1"
    },
    {
      "flow-space" : {
        "port" : "stateful_firewall:2",
        "tcp_src" : "80"
      },
      "action" : "URLfilter"
    },
    ...
  ]
}

```

Рисунок 2 — Уривок опису NF-FG [5]

Вузол підтримує два різновиди функцій: процеси DPDK мережевих функцій, що розгортаються в контейнерах Docker [4], які гарантують такі властивості, як ізоляція між мережевими функціями, а також дозволяють обмежувати використання процесора і пам'яті самими функціями.

На рисунку 3 представлено логічне уявлення можливого варіанту використання.

Користувач 1 налаштовує SG, що складається з фаєрвола без збереження стану (наприклад, контейнера Docker, на якому виконується екземпляр iptables) і URLfilter, процесу DPDK, який ідентифікує і відкидає HTTP-запити, що належать до набору URL-адрес, занесених до чорного списку. Оскільки остання функція мережі вимагає роботи з HTTP-трафіком, правила потоку, що описують граф, будуть направляти повністю не HTTP-трафік до eth2. Замість цього Користувач 2 налаштовує SG, який включає в себе тільки фаєрвол з відстеженням стану, отже, поведінка мережі відрізняється від поведінки, певного для Користувача 1. Зрозуміло, що цей приклад може бути просто збагачений великою кількістю правил, мережевих функцій та користувачів.

Перелік посилань:

1. OpenFlow 1.3. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.opennetworking.org>.
2. xdpd [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.xdpd.org>.
3. Dpdk. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://dpdk.org>
4. Docker [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.docker.com>
5. User-specific Network Service Functions in an SDN-enabled Network Node [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://core.ac.uk/download/pdf/76522969.pdf>.

Ключові слова: граф обслуговування мережі; NFV оркестровка

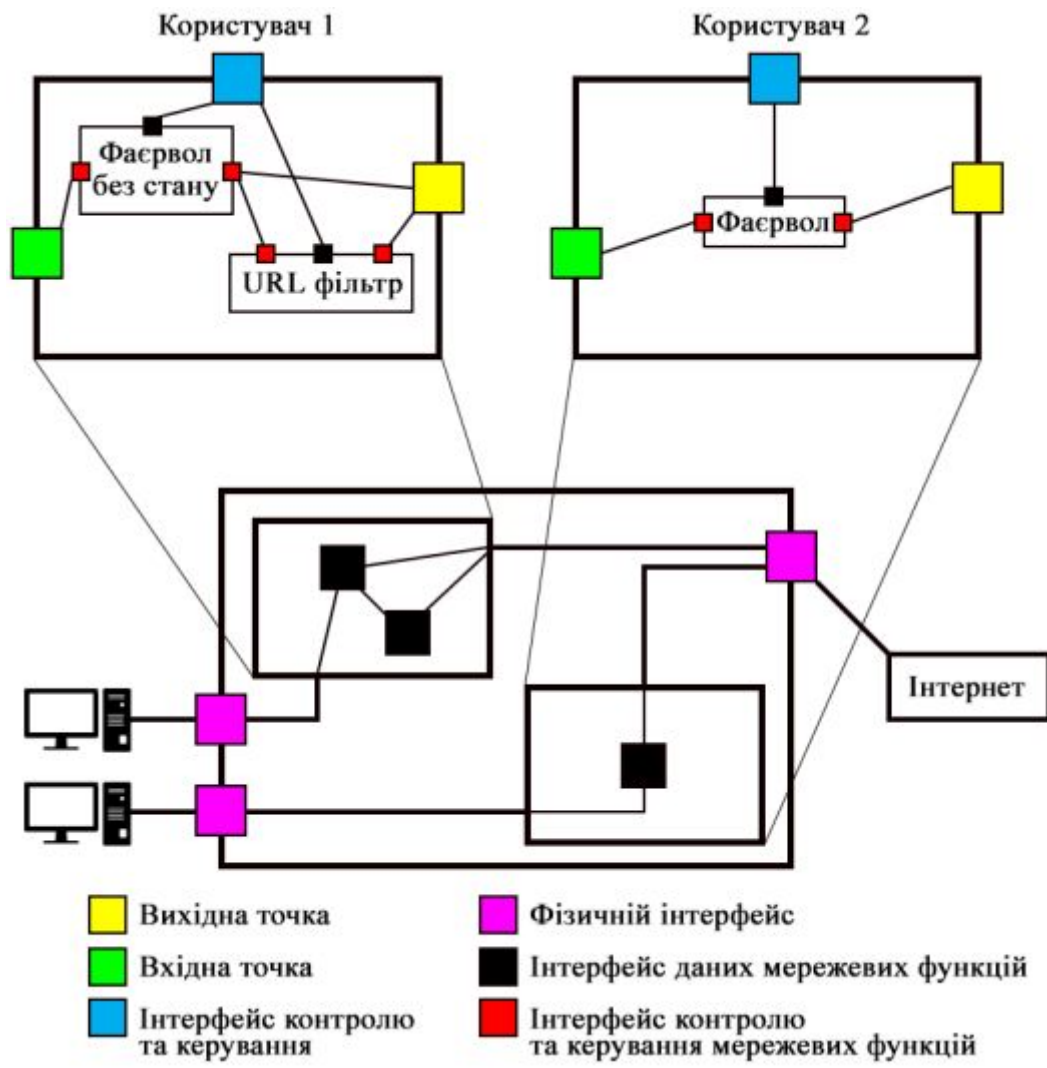


Рисунок 3 — Приклад розгортання NF-FG

Журавлёв В.А., студент (stepanovvlad20@gmail.com)

Бурлака А.Н., ст. преп. (oleksandr.burlaka@donntu.edu.ua)

ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Покровск, Украина

СИСТЕМА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПЕРСОНАЛА. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ВЫДАЧИ, АКТИВАЦИИ, ХРАНЕНИЯ И ЗАРЯДКИ МЕТОК

Система позиционирования персонала представляет собой комплексное решение, основанное на технологии LoRa. Данная система позволяет отслеживать положение персонала с точностью до 2-х метров. Сопоставление номера метки и личности работника происходит на сервере, что позволяет перепривязывать метку без использования её ресурсов (что продлевает срок службы метки). Система оборудована SCADA-системой для отслеживания положения персонала в реальном времени.

В разработанной системе позиционирования персонала не маловажную роль играет проблема выдачи меток персоналу, а также последующий сбор меток (после окончания смены) и их зарядка/хранение.

При рассмотрении данной проблемы был сформулирован ряд требований:

1. выдача меток персоналу не должна занимать большое количество времени;
2. минимизация пространственных ресурсов (решение не должно занимать большой объём площади);

Из всего многообразия возможных решений, было выбрано два концептуально разных, равновозможных способа решения данной проблемы, обладающих как своими преимуществами, так и недостатками.

Первый способ

Первый способ решения данной проблемы заключается во включении метки в рабочую форму служащего. Таким образом метка привязывается единоразово к конкретному работнику и выдаётся ему.

При этом есть ряд ключевых факторов:

- в раздевалках шкафчики работников должны быть оборудованы беспроводными зарядными устройствами для меток;
- работник должен ставить метку на зарядку по окончании смены.

Достоинства данного решения:

- относительно низкая стоимость (зарядное устройство и кабель питания (при параллельном подключении 1 на ряд шкафчиков));
- выдача метки происходит 1 раз (устраняется проблема ежедневной выдачи меток и возможного недовольства из-за этого);
- простота реализации.

Недостатки:

- человеческий фактор (метки не поставлены на зарядку (устраняется назначением проверяющего));
- замена метки при неисправности осуществляется работником;

- дополнительно требуется время персоналу для обслуживания, диагностики и замены меток, в случае выхода их из строя;
- отсутствие унификации меток;
- отсутствие ежедневной активации меток приводит к разбалансировке их работы, что ведет к снижению количества одновременно контролируемых объектов контрольными станциями.

Второй способ

Выдача меток персоналу производится в начале смены, с помощью специально спроектированного аппарата (далее станция активации меток). Станция активации меток представляет собой устройство, внешне напоминающее вендинговый аппарат (рисунок 1).

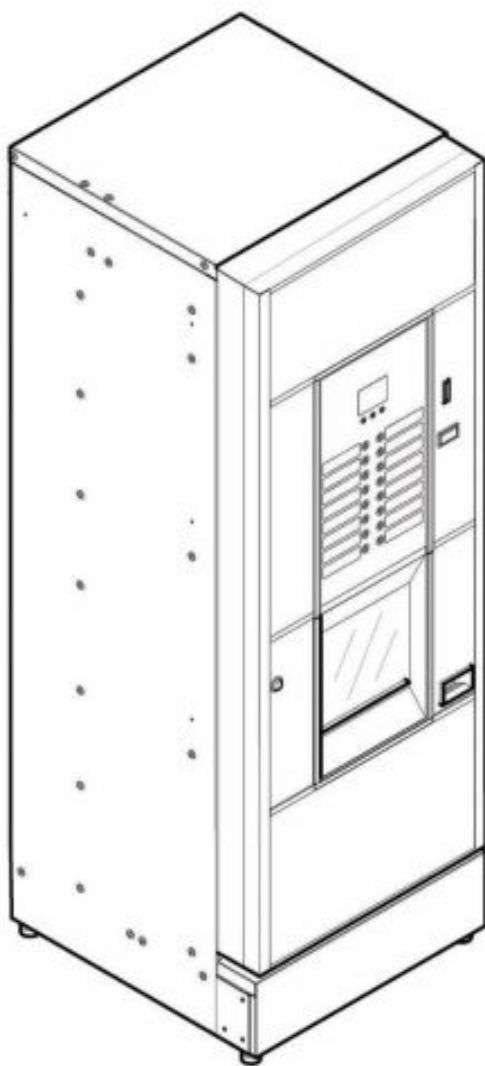


Рис.1 - Вендинговый аппарат

Станция активации меток будет выполнять сразу несколько функций. А именно: активацию, выдачу, прием, хранение и заряд меток. Одновременно осуществляется автоматический контроль исправности меток с возможностью отбраковки вышедших из строя, выводом их из обращения и доукомплектация аппарата.

Внутреннее устройство аппарата представляет собой: несколько обойм

(подобных имеющимся в вендинговых аппаратах (рисунок 2), предназначенных для хранения меток и оборудованных зарядным устройством, считывающее устройство LoRa, RFID сканер и микроконтроллер предназначенный для сбора и передачи информации на сервер. Связь с сервером может осуществляться по проводному или беспроводному интерфейсу.

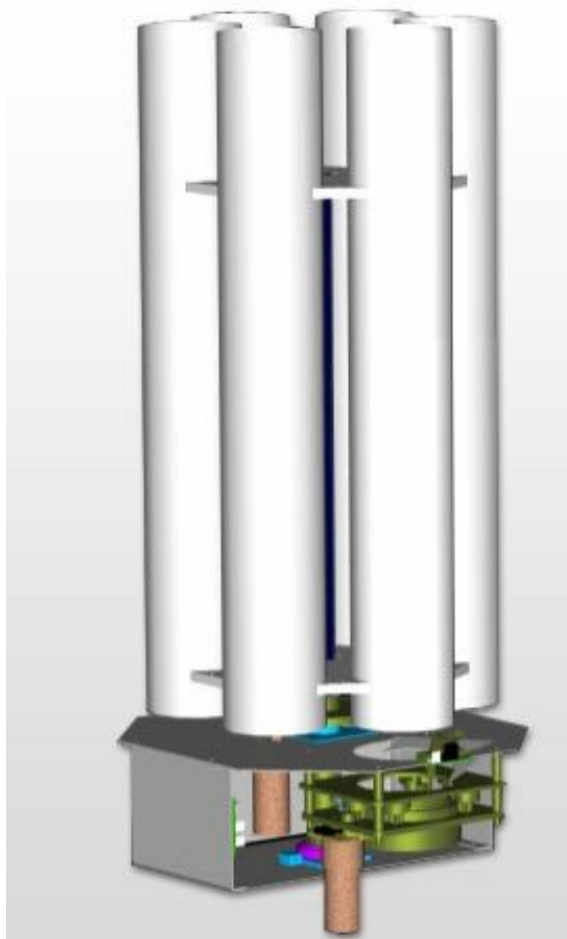


Рис.2 - Обойма вендингового аппарата

Зарядное устройство (рисунок 3) представляет собой механически размыкающийся магнитопровод, на одной стороне которого расположена первичная катушка (находится вне обоймы), внутри обоймы располагается ферритовый стержень, который является составной частью магнитопровода и два механизма размыкания–замыкания магнитопровода с ферритовыми полукольцами или П-образными элементами (расположенны сверху и снизу стержня).

Принцип действия зарядного устройства следующий. Верхнее полукольцо открывается, давая доступ меткам к стержню. Метки доставляются механизмом к обойме после их возврата и «надеваются» на стержень уже под действием силы тяжести. После окончания загрузки обоймы механизм с верхним полукольцом закрывается, замыкая магнитную цепь. После этого подается высокочастотный ток на первичную катушку сформированного трансформатора. после чего происходит зарядка меток по принципу магнитной индукции (в метке встроена вторичная катушка со сквозным отверстием, через которое метка и «надевается» на стержень магнитопровода). По окончанию зарядки (процесс зарядки метка контролирует автоматически) нижнее полукольцо открывается (размыкая цепь) и метка готова к

выдаче. В зависимости от толщины меток можно одновременно заряжать 30-40 меток.

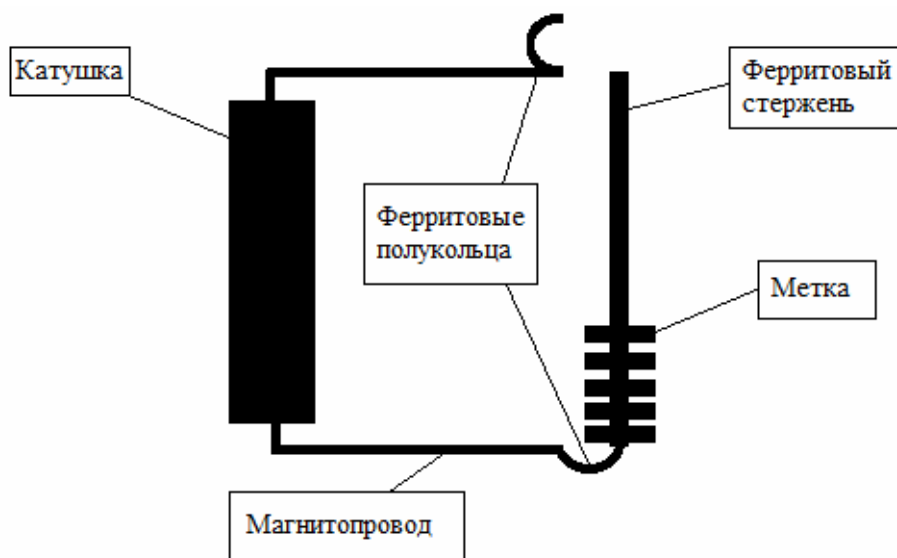


Рис. 3 - Зарядное устройство.

Общий принцип работы станции активации следующий: Работник прикладывает свой пропуск (пассивную RFID метку) к считывателю (RFID сканер). Станция считывает информацию с пропуска и подаёт метку из обоймы в камеру выдачи меток, где происходит считывание метки по технологии LoRa. Полученная информация отправляется на сервер вместе с данными из пропуска, а метка выдаётся рабочему. На сервере происходит привязка соответствующего человека и номера метки. С учётом человеческого фактора станция активации будет осуществлять выдачу метки за 5 - 10 секунд или 6 - 12 человек в минуту. Таким образом для обслуживания 1000 человек за 10 минут необходимо от 9 до 17 станций. Если же продублировать лицевую панель на боковые панели мы увеличим возможности аппарата по выдачи меток в 3 раза. Что позволит сократить количество необходимых аппаратов, при небольшом увеличении его стоимости. После окончания смены работники будут на выходе помещать метки обратно в аппарат. После чего метки поступают в обойму, оборудованную зарядным устройством. Таким образом при непрерывной работе предприятия необходимо 2 комплекта меток которые в течении рабочего дня попеременно находятся в работе и заряжаются в станции.

Достоинства данного решения:

- незначительные монтажные работы;
- ежедневный контроль персонала в использовании меток;
- возможность изъятия метки при неисправности из цикла.

Недостатки:

- высокая стоимость;
- ежедневная трата времени персонала на получение/сдачу меток.

Последний недостаток можно было бы минимизировать, если связать работу вендингового аппарата с работой турникета, когда выдача и прием меток осуществляется во время пересечения контрольно-пропускных пунктов под наблюдением охраны. Но тогда, система усложняется, растёт ее стоимость и затраты на разработку и внедрение, увязывание с существующей системой безопасности.

Выводы. Проведенные исследования показали широкие возможности по созданию и совершенствованию использования вендинговых аппаратов для создания системы приема-передачи, заряда и хранения меток системы позиционирования для крупных промышленных предприятий Украины. Дальнейшие исследования должны быть направлены на повышение удобства эксплуатации системы при минимизации затрат направленных на ее разработку и эксплуатацию.

Список ссылок:

1. Паспорт вендингового аппарата d.a. Cristallo 400 evo [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.vend.ru/upload/pdf/CRISTALLO%20400-600%20EVO.pdf>
2. Сайт фирмы, реализующей оборудование для вендинговых автоматов [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://magtech.su/komplektuusie/komplektuusie_dla_vendingovogo_oborudovania/ustroistvo_vadahi_stakanov_emkostau_0_4_-_0_5_l/

Старіковський О. А., магістрант (zeronorma53@gmail.com);
ДВНЗ „Донецький національний технічний університет”, м. Покровськ, Україна

РЕАЛІЗАЦІЯ БЕЗДРОТОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗВ'ЯЗКУ В УМОВАХ ПІДЗЕМНОЇ РОБОТИ ГІРНИЧО-ВИДИБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Із постійним розвитком гірничо-видобувної промисловості та неперервним розвитком технологій зв'язку дослідницькі відділи та промислові компанії почали робити велику ставку на безпечність та ефективність підземних робіт за допомогою встановлення датчиків, регістраторів та безпроводних технологій. Яскравим приміром яких можна назвати безпроводні технології контролю обладнання у вигляді переносних пультів управління вагонетками, використання карточок авторизації та терміналів при спуску в шахту, а також використання телефонних ліній для реалізації телефонії на основі ТС та АТС із можливістю дзвонити із шахти на поверхню та навпаки. [1]

Необхідність в технологіях, що будуть здатні підвищити ефективність підземної промисловості шахт була актуальна починаючи з давніх часів під час відкриття найперших підземних комплексів по видобуванню корисних копалин. Методи будівництва за закріплення підземних виробіток постійно модифікувалися під час розвитку промисловості та технологій, адаптуючись до унікальних особливостей кожної шахти. Одними із ключових факторів класифікації шахт можна назвати рівень шкідливих газів, наприклад метану, який можна кваліфікувати по наступним категоріям: I — до 5 м³/т; II — 5—10 м³/т; III — 10—15 м³/т за доступний діапазон категорій попадають шахти із виходом газів більш 15 м³/т. Слід зазначити що кількість метану та інших газів у повітрі можуть встановлювати ключову загрозу для електронного обладнання, бо у випадку з'явлення іскри газ може вийти в реакцію та спричинити аварійну ситуацію на підприємстві та підставити під загрозу життя та працівників та цілісність підприємства.

Розвиток та здешевлення датчиків дозволили розробити спеціальну систему із використанням кабельних прокладок, що сходяться у ліфті шахти, ведучого на поверхню, після чого підіймаються по більшшвидкісному та місткому кабелю на поверхню и потрапляють до спеціального сервера управління.

Слід зазначити, що з самого початку данні системи були реалізовані використовуючи кабелі, що були встановленні по всій підземній частині шахти, через це деякі датчики було неможливо підключити до механізмів що постійно рухалися або знаходилися у складних для досягнення місцях. Встановлення бездротових систем на той час було дуже складною задачею, по простір підземної шахти має дуже ізольований характер із високою шумовою складовою через багату кількість приборів та діючих механізмів, сигнал котрих займає багатий спектр частот, не дозволяючи багатьом технологіям працювати через ефірні канали без спеціального обладнання з із особливою топологією. Прикладом технологій що використовувалися під час розвитку бездротової інфраструктури в шахтах можна назвати канали передачі даних, що були реалізовані за допомогою хвилеводів, протягнутих по всій шахті, що активно використовувалися для організація зв'язку.

На рисунку 1 показано конструкцію датчику метану, що використовуються у

підземних виробітках шахт.

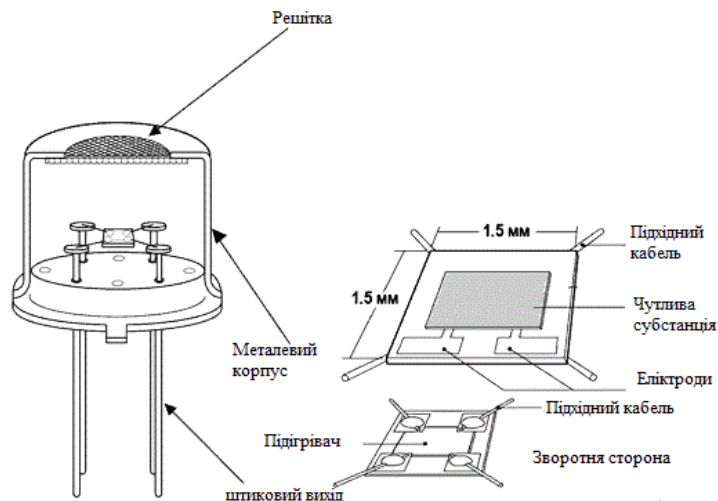


Рис. 1. Датчик вмісту метану.

На даний момент можна зазначити наявність достатнього спектру технологій, що дозволяють реалізувати в шахтах системи зв'язку та автоматичного збору інформації із розрахунками на співвідношення ціни, якості та потреб самого підприємства.

Серед таких технологій слід відзначити наступні: розташовані в недоступних для підключення кабелів місцях датчики із безпроводним зв'язком до лінії передач, використання цифрових рацій, використання технології міток, що дозволяють відстежити точно місцезнаходження шахтаря навіть під час завалу, технології дистанційного управління обладнанням та автоматичного моніторингу обладнання системи.

Технологія безпроводних міток реалізуються за тим же принципом що і системи GPS, одна мітка доходить до двох або трьох приймачів, після чого інформація про дистанцію до цілі пересилають на сервер де за допомогою алгоритму розрахунку відстаней знаходиться місцезнаходження шахтаря із точністю від 10 до 1 метрів.

На рисунку 2 представлена ідеальний випадок розташування приймаючих вузлів.

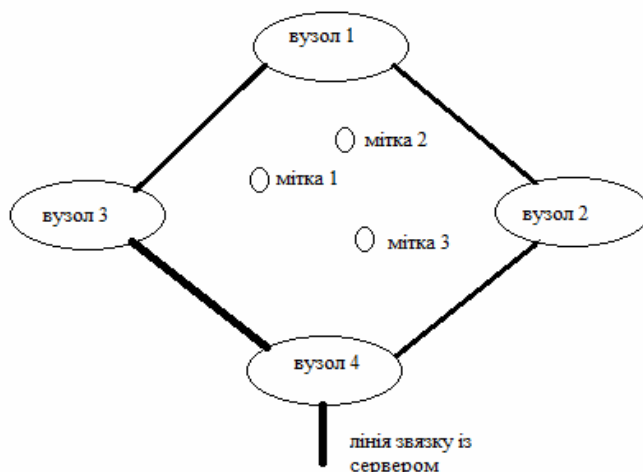


Рис. 2. Приклад розташування приймаючих вузлів

Навантаження системи розрахунку місцеположення міток залежить в більшій частині від частоти оновлення, що встановлює як часто мітка повинна посилати сигнали о своїй позиції на даний момент. Якщо сигнали посилюються один раз в одну секунду, то система від кожної мітки повинна посилати по одному пакету у розмірі 128 Байт на одну мітку [3]. Якщо в одній зоні присутні декілька міток, то навантаження буде розраховуватися як сума пакетів, що посилюються кожною із них в даний момент.

Таблиця 1

На таблиці 1 зазначені основні технології бездротового зв'язку які мають актуальність в шахтній промисловості та на яких частотних діапазонах вони зазвичай працюють. Вибір частого діапазону для роботи приладів являється ключовою задачею при проектуванні мережі бездротового типу у шахтах, тому що обладнання, встановлене в шахті, а також характерність гірських порід та склад газів у просторі можуть стати проблемою для ефіру та наклати на нього доповнений шум. Більш того потрібно правильно знайти місце для розташування точок доступу мережі, тому що вони працюють за принципом мережі із розділенням середовища передачі із передбаченням колізій. [4]

Но-мер	Тип зв'язку	Діапазон частот	Дальність зв'язку	Вимоги використання	Область використання
1	Хвилевід	1 МГц	5 км	3-5 метрів від хвилевіда	Місцевий зв'язок
2	Розподілені антени	500 МГц	100 км	50 метрів від хвилевіда	Система безпеки
3	Антенна	1800 МГц	3 км	1000 від станції	Оперативний зв'язок
4	Пелінгатор	0,01 МГц	30 м	Індивідуальний сигналізатор	Пошук місцезнаходження потерпілого

Слід зазначити що навантаження на магістральні лінії та топологію шахти в кількості трафіку впливає фірмове обладнання та тип системи автоматичного контролю, вибрана частота оновлення системи та налаштування системи взагалі. Направлення технології бездротової мережі зв'язку із персоналом та датчиками шахти дозволяє підприємствам, що займаються видобуванням підземних ресурсів забезпечити високий рівень безпеки для свого персоналу, провести більш автоматичну систему здатну реагувати на стан обладнання до якого неможливо підключити кабель напряму через активно рухомі частини, а також підвищити ефективність роботи підприємства за допомогою розробки систем дистанційного курування та моніторингу порушень.

В системі бездротового зв'язку за допомогою відкритого ефірного простору має місце ряд недоліків, що не дозволяють конструювати повністю бездротові системи в підземних виробівках, в першу чергу слід зазначити що пристрої в ефірному просторі працюють за технологією розподілення доступу із передбаченням колізій CSMA/CA. Розподілення середовища для передачі необхідної інформації впливає найбільшим чином на переправлення отриманих від датчиків та іншого обладнання пакетів, які необхідно направити на сервер, що розташований на

поверхні.

На рисунку 3 представлено алгоритм роботи протоколу розподіленого доступу із попередженням колізій CSMA/CA. Як можна побачити із алгоритму, пристрої вимушені чекати випадковий термін часу у випадку якщо канал по якому вони передають інформацію зайнятий. Для вирішення цієї проблеми необхідно використати провідну топологію. В якості інформаційного кабелю рекомендується використовувати оптичний варіант за його швидкість та можливість детально розрахувати місце поломки кабелю за допомогою спеціальних спектрометрів. Також слід зазначити що система бездротового зв'язку має не тільки ліміт на об'єм інформації що передається, але також різні рівні вимог до тих чи інших типів інформації, наприклад до аудіо інформації що надходить по радії, а також має ліміт на кількість обладнання на точку [5].

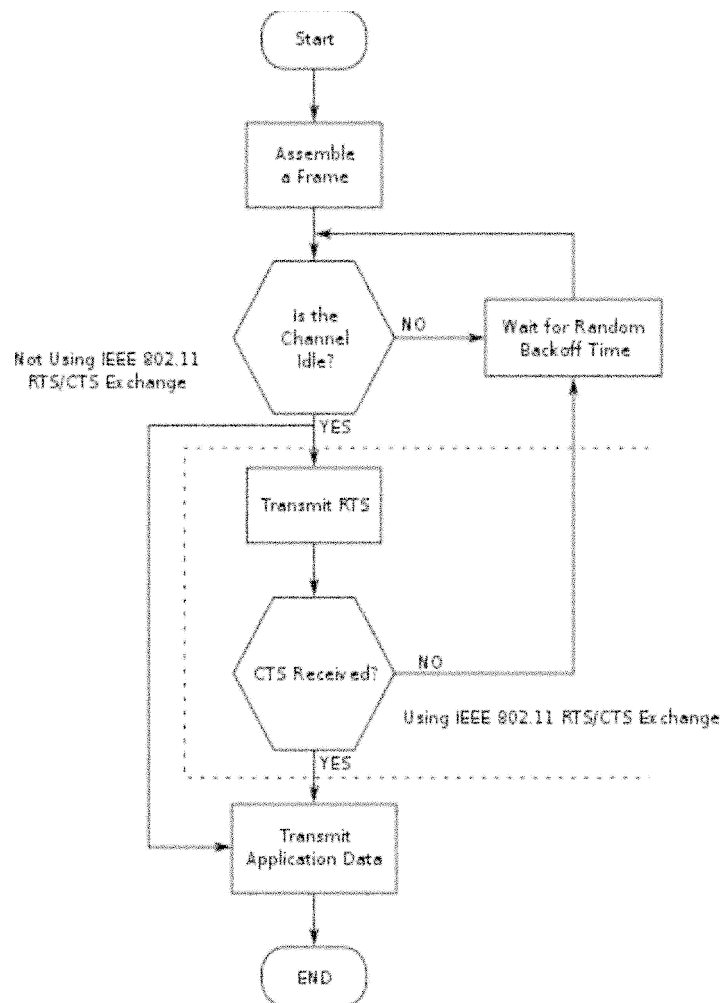


Рис. 3 – Алгоритм CSMA/CA

Вибір найкращої системи для організації бездротового зв'язку буде досліджено в наступній публіцистичній роботі. На даний момент ринок відкриває на вибір цілий ряд програмних та технологічних забезпечень та систем які можна встановити на підприємстві для реалізації системи із бездротовим доступом до приборів в шахтах. Серед них можна відмітити наступні: WPAN, CMC, NanoNet, Flexcom, Becker Mining Systems, SBGPS, Connected Mining.

Перелік посилань:

1. Управление по безопасности и охране труда в добывающей промышленности США (MSHA), 2006, Спасательное Оборудование и Технологии для Подземных Шахт.
2. Подготовка инфраструктуры шахты для внедрения системы локального позиционирования и голосовой связи RealTrac. Блог фирмы «RLT-сервис».
3. Мощевикин, А.П. Исследование скорости передачи данных в беспроводных сетях Нанотрон для горнодобывающей промышленности // Беспроводные технологии – 2006 - №3. – с.38.
4. Иванов Л. А., Пушкарь М. С. Исследования условий распространения радиоволн в горных выработках // Изв. вузов. Горный журнал. 1971, № 7, – С. 10-13.
5. Ваганов, В.С. Многофункциональные системы безопасности, применяемые при производстве горных работ // В.С. Ваганов / Горная промышленность. – 2014. - №3 – С.25.

Ключові слова: датчики метану, CMSA, Wi-Fi.

Лабузова А.М., магістрант (anastasii.labuzova.kitaer@donntu.edu.ua)

Воропаєва А.О., доцент (anna.voropaieva@donntu.edu.ua)

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м Покровск, Україна

ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ МАГІСТРАЛЬНИХ КОНВЕЄРНИХ ЛІНІЙ З МОЖЛИВІСТЮ УПРАВЛІННЯ З ПОВЕРХНІ ШАХТИ НА БАЗІ В УМОВАХ ПРАТ ШУ «ПОКРОВСЬКЕ»

Проблема. Потенційні можливості автоматизованого управління вичерпані, але не повністю. Продовжують залишатися актуальними зниження трудомісткості обслуговування автоматизованих конвеєрних ліній, ймовірності відмов в роботі лінії за рахунок поліпшення параметрів надійності і ремонтпридатності апаратури і технічних засобів автоматизації.

Також підвищення безпеки експлуатації за рахунок вдосконалення існуючих технічних засобів і створення засобів автоматизації нового функціонального призначення.

Підвищення ефективності технологічних процесів шляхом застосування комп'ютерно-інтегрованих систем автоматизованого управління є перспективою подальшого розвитку шахтної промисловості. Розвиток автоматизації шахтних конвеєрних ліній протягом тривалого періоду визначились необхідністю зниження трудомісткості управління і підвищення безпеки експлуатації конвеєрного транспорту.

Наслідки це широке поширення яке набуло автоматизоване управління конвеєрною лінією, технічна сутність якого полягає в централізації управління процесами пуску-зупинки конвеєрів, а також в забезпеченні автоматичного захисту від розвитку аварії при виникненні аварійних ситуацій.

Перехід від механічних АУК.1М засобів управління до електронних АУК.3
Для дослідження візьмемо стрічкові конвеєри ШУ «Покровське». Майже всі без винятку стрічкові конвеєрні в шахті автоматизовані. З Метою управління конвеєрними напрямками застосовуються комплекси автоматичного управління, до приклада, АУК.1М, АУК.3. Головним типом управління конвеєрним транспортом шахти вважається автоматизований контроль, технічний сенс якої полягає в централізації управління діями запуску-зупинки конвеєрів в лінії, присутність забезпеченні автоматичного захисту з розвитком аварії в разі появи аварійних ситуацій. Автоматизація конвеєрного транспорту передбачає оснащення засобами автоматичного контролю і захисту кожного конвеєра і управління, як окремими конвеєрами, так і всією лінією. Під автоматизованою конвеєрною лінією розуміється така лінія, конвеєри якої об'єднані спільною системою управління, що забезпечує дотримання необхідних блокувань і захистів, а також автоматичну реалізацію законів пуску, зупинки і до запуску конвеєрної лінії.

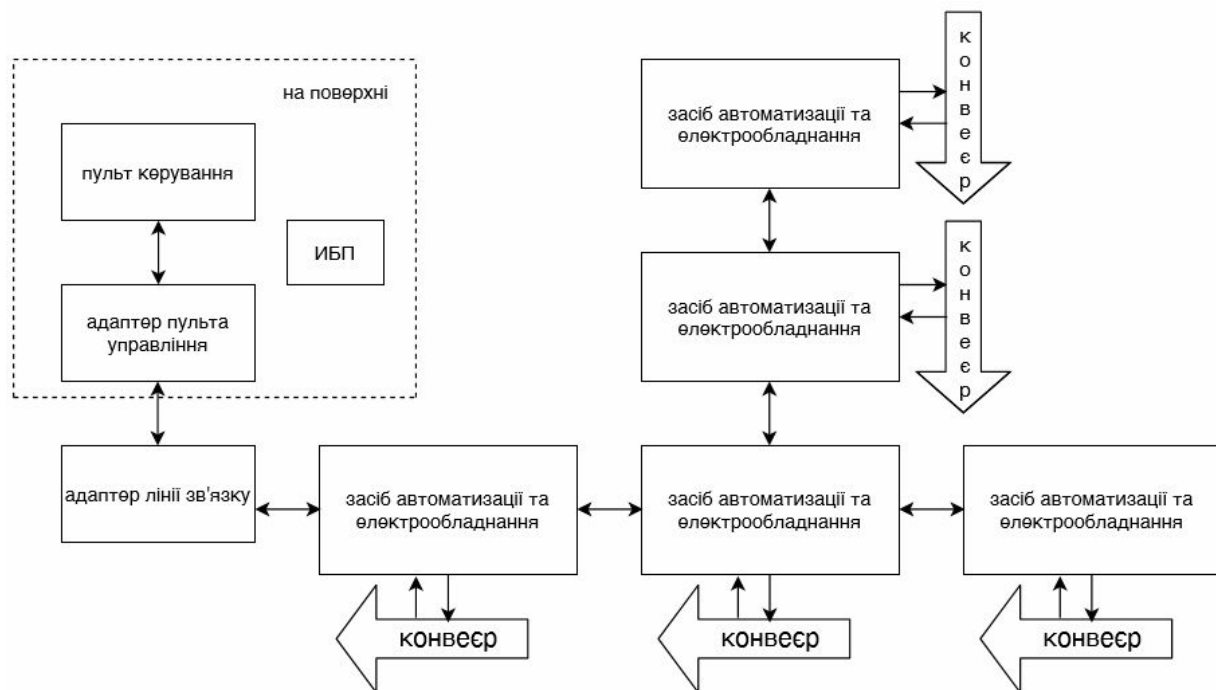


Рис. 1 - Структурна схема апаратури автоматичного управління конвеєрною лінією

Для дослідження візьмемо апаратуру автоматизації конвеєрних ліній :

- спецкомплекс автоматизованого управління конвеєрними лініями виду АУК.1М

- спецкомплекс автоматизованого управління конвеєрами виду АУК.3

Об'єкт дослідження прАТ «Донецьксталь»

Актуальність комплексу АУК.1М

- АУК.1М призначений для контролю і управління нерозгалужених конвеєрних ліній, які складаються з стрічкових і скребкових конвеєрів.

- в даному комплексі може містяться не більше 10 напрямків конвеєрних ліній в одному напрямку. Комплекс предначен для роботи конвеєрної лінії по трехпроводному ланцюгу управління і сигналізації прокладених між пультом і блоками управління, ізолюваність один від одного проводами (провід 1), (провід 2) і контуром (земля) в іскродопускаємих ланцюгах управління і контролю допускається в тих випадках, коли електрообладнання автоматично відключається від мережі при привішені норми газу.

Основні функції та операції управління АУК.1М. Двигун комплексу АУК.1М рухається з однією швидкістю, в результаті чого фіксуються пікові навантаження, в результаті цього, його потрібно частіше регулювати. Даний комплекс зібраний з напівпровідникових елементів, які з часом пересихають в результаті чого виходять з ладу. У комплексі АУК.1М задіяна одна основна лінія КТБ в яку входять (КТБ, КСЛ, КПЛ) в результаті поломки вся лінія піддається діагностиці для визначення в якому елементі сталася несправність, даний процес уповільнює поточну роботу всієї лінії.

- Двигун комплексу АУК.3 може рухатись з різними швидкостями, в результаті чого не фіксуються пікові навантаження.
- У комплексі АУК.3 задіяні окремі лінії для КТВ, КСЛ, КПЛ, в результаті поломки на табло виводиться помилка зафіксована за допомогою датчиків, робота яких відображається на табло в диспетчера, із зазначенням на якій саме лінії несправність. В результаті на усунення йде менше часу, та ремонтна робота відбувається без відключення інших ліній. Так само по лінії встановлені переговорні пристрої напроти кожного КТВ.
- В даному комплексі можливі проведення діагностичних робіт з поверхні шахти.
- За допомогою більш точної електроніки спостерігається низька похибка. Так само більш потужний захист з техніки безпеки, призводить до усунення травматичних ситуацій
- На даному конвеєрі встановлюється похибка допустимої швидкості, при її збільшенні за встановлену межу конвеєрна стрічка автоматично зупиняється.

Схема стрічкового конвеєра з комплексом автоматичного управління АУК.3:

1. натяг стрічки здійснюється натяжним пристроєм
2. матеріал подається на стрічку по завантажувальному жолобу
3. відхилячий барабан
4. нижні роликоопори
5. амортизуючі роликоопори
6. обвідний хвостовий барабан
7. замкнута гнучка стрічка
8. роликові опори
9. розвантажувальний кінець конвеєра
10. обвідний приводний барабан
11. ДКС - датчик контролю швидкості стрічки
12. ДЗ - датчик заштибовки
13. КПЛ - датчик контролю положення уловлювачів стрічки
14. КСЛ 2 - датчик контролю сходу стрічки
15. КТВ 2 – кабель-тросовий вимикач
16. ВШД 5 датчик швидкості і довжини
17. КСЛ 2 - датчик контролю сходу стрічки
18. КТВ 2 - кабель тросової вимикач
19. ДМ 3 - датчик контролю швидкості приводного барабана

Датчик ВШД 5 (вимірювання швидкості та довжини). Для поліпшення і розширення можливості роботи стрічкового конвеєра в комплексі АУК.3 можна використовувати датчик ВШД 5. Даний датчик призначений для використання в металургійній, промислової та автоматизованих системах управління. З його допомогою на стрічковому конвеєрі буде можливий контроль розмірів перемішуваного об'єкта, при установці дозволених норм. В результаті чого переміщення заборонених об'єктів з охорони праці будуть зафіксовані і переданий сигнал на пульт управління.

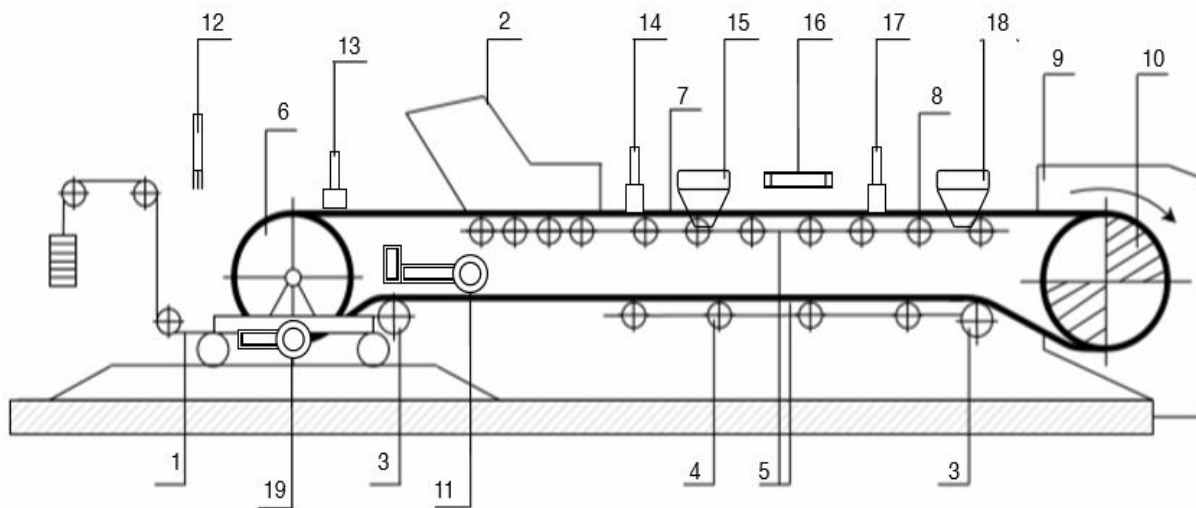


Рис. 4 - Схема стрічкового конвеєра

Застосування в промисловості:

- Вимірювання швидкості і довжини матеріалів, що рухаються щодо датчика.
- Можливість роботи з будь-яких поверхонь.
- Широкий діапазон номінальних відстаней до поверхні.
- Оригінальний моноблочний расщепитель пучка, що забезпечує стабільність інтерференційної картини і широкий діапазон допустимих змін відстані до об'єкта (до $\pm 25\%$ від номінального).
- Термокомпенсуюча конструкція, що забезпечує стабільність вимірювань в широкому діапазоні температур без термостабілізації вимірювача (В діапазоні температур вимірювача $+15 \dots + 50^\circ\text{C}$ температурний дрейф відсутня. При низьких температурах може використовуватися система термостабілізації).
- Невелика споживана потужність датчика (0,5 - 2 Вт в залежності від використовуваного лазера) і мікроконтролерного блоку обробки сигналу (1 Вт)

«КРІ» показники якості системи автоматизації. Ефективність даного обладнання складається з максимально можливого збільшення часу перебування в справному стані (коефіцієнта готовності обладнання) Результативність технічного обслуговування - це зниження частки аварійних робіт, зменшення термінів підготовки аварійних робіт, зниження кількості виникаючих дефектів і відмов, збільшення терміну служби обладнання і т.д. Економічність «КРІ» полягає в зменшенні норм аварійного та незнижуваного запасу, зменшення вартості оборотних коштів, зниження закупівельної вартості матеріалів і послуг.

Висновок. Розглянувши два комплекси АУК.1М та АУК.3, ми можемо зробити висновок, що для поліпшення і прискорення роботи шахтної стрічки пристрій АУК.3 більше підходить за багатьма характеристиками. На прикладі ПрАТ «Донецьксталь» були показані переваги впровадження електронних засобів управління в порівнянні з механічними. Запропонований датчик ВШД 5 для поліпшення і розширення можливості роботи стрічкового конвеєра АУК.3. Для отримання найбільш високих результатів потрібно переходити на автоматизацію технологічних процесів. Які розвиваються досить інтенсивно, отже підводячи підсумки про те, що на сьогоднішній день не можна досягти сталого успіху, залишаючись в рамках старої системи управління виробництвом підприємства, вона вимагає періодичних

удосконалень, а також розробки і застосування нових технологій

Перелік посилань:

1. Батицкий В.А, Куроедов В.И, Рыжков А.А. Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в горной промышленности. – М.: Недра, 1991. – 303 с.
2. Толпежников Л.И. Автоматическое управление процессами шахт и рудников. – М.: Недра, 1985. – 352 с.

Ключові слова: датчик, структурна схема, конвеєр, вимірювання, довжина, швидкість, лінії, кабель, управління, ефективність, промисловість

Боричевський В.В., студент (vladborich@gmail.com)

Лактіонов І.С., к.т.н., доц., (ivan.laktionov@donntu.edu.ua)

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна

МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ Й КЕРУВАННЯ ШТУЧНИМ ДОСВІЧУВАННЯМ ТЕПЛИЧНИХ КУЛЬТУР НА БАЗІ MATLAB & SIMULINK FOR FUZZY LOGIC TOOLBOX

Актуальність теми. Сільськогосподарські площі України в основному призначено для вирощування культур відкритого ґрунту. Проте обсяги та якості врожаю є досить нестабільними, так як залежать від сезонних і кліматичних умов. Одним із найбільш перспективних варіантів підвищення врожайності протягом усього календарного року є вирощування культур у тепличних умовах. Для підвищення якості й врожайності тепличної продукції необхідним є впровадження комп'ютеризованих систем керування.

Відомі дослідження та публікації. Виробництво тепличних культур пов'язано з необхідністю підтримання мікроклімату технологічного приміщення: температура повітря, вологість повітря, спектральний склад та інтенсивність освітлення, вентиляція приміщення. На базі Matlab & Simulink Fuzzy Logic Toolbox представлено значну кількість робіт із розробки систем керування мікрокліматом теплиць. Так, наприклад, автори статті [1] створили модель керування на базі нечіткої логіки. Ними використано в якості вхідних змінних значення, які зчитуються з сенсорів у режимі реального часу. На виході встановлено двохпараметричний регулятор (освітлення та полив) для підтримання нормованої вологості ґрунту й інтенсивності джерел штучного досвічування.

Мета роботи полягає у розробці й дослідженні мікропроцесорної системи моніторингу й керування штучним досвічуванням тепличних рослин на базі Matlab & Simulink for fuzzy logic Toolbox при обліку інтенсивності й спектрального складу джерел освітлення для різних типів культур.

Результати досліджень. Імітаційне моделювання системи виконано з використанням програмного забезпечення Matlab & Simulink® за наступним алгоритмом. На входах системи відбувається зчитування інформації з датчиків рівня освітлення та температури, а на виході отримуємо ШІМ-сигнали керування спектральним світлодіодним освітленням. Виходячи з вхідних показань система корегує умови досвічування згідно з актуальними нормами [2]. Під час побудови моделі використано п'ятирівневу сукупність трикутних вхідних функцій для температури й інтенсивності світла та гаусівських вихідних функцій, базовий алгоритм роботи системи – Mamdani, як показано на рисунку 1.

Такий алгоритм дозволяє виконувати прецизійне керування світлодіодним навантаженням [3]. Кожен параметр записується в базу правил для подальшого керування системою спектрального освітлення в теплиці. На виході маємо систему гаусівських функцій. Це дозволяє перемикаати кожне правило в залежності від заданих умов. Використання гаусівських функцій дозволяє плавно переходити з одного режиму до іншого відповідно до змінюваних параметрів.

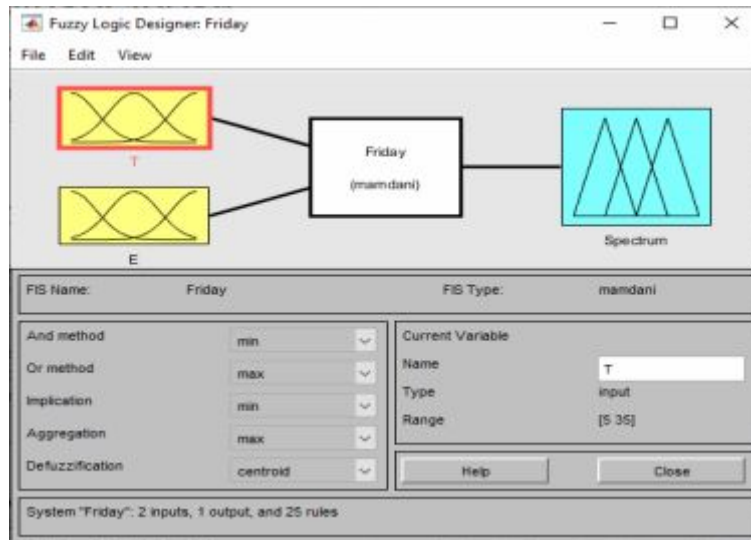


Рисунок 1 – Фрагмент процесу налаштування параметрів Fuzzy logic Designer

Кожне правило обумовлено параметрами і даними з датчиків, для забезпечення роботи синтезованої бази логічних правил. Згідно з даними, що наведено в таблиці 1, у Fuzzy logic блоці реалізується регулювання параметрів мікроклімату теплиць. База правил записаних у Matlab & Simulink[®] представлена на рисунку 2. Записані правила регулюють освітлення виходячи з поточних значень двох вхідних параметрів: температура й інтенсивність освітлення зони вирощування.

```

1. If (T is T1) and (E is E1) then (Spectrum is 3B) (1)
2. If (T is T1) and (E is E2) then (Spectrum is 2B) (1)
3. If (T is T1) and (E is E3) then (Spectrum is 0B) (1)
4. If (T is T1) and (E is E4) then (Spectrum is 0B) (1)
5. If (T is T1) and (E is E5) then (Spectrum is 0B) (1)
6. If (T is T2) and (E is E5) then (Spectrum is 0B) (1)
7. If (T is T2) and (E is E4) then (Spectrum is 0B) (1)
8. If (T is T2) and (E is E3) then (Spectrum is 0B) (1)
9. If (T is T2) and (E is E2) then (Spectrum is 3B) (1)
10. If (T is T2) and (E is E1) then (Spectrum is 4B) (1)

11. If (T is T3) and (E is E1) then (Spectrum is 5B) (1)
12. If (T is T3) and (E is E2) then (Spectrum is 4B) (1)
13. If (T is T3) and (E is E3) then (Spectrum is 1B) (1)
14. If (T is T3) and (E is E4) then (Spectrum is 0B) (1)
15. If (T is T3) and (E is E5) then (Spectrum is 0B) (1)
16. If (T is T4) and (E is E5) then (Spectrum is 1B) (1)
17. If (T is T4) and (E is E4) then (Spectrum is 1B) (1)
18. If (T is T4) and (E is E3) then (Spectrum is 0B) (1)
19. If (T is T4) and (E is E2) then (Spectrum is 3B) (1)
20. If (T is T4) and (E is E1) then (Spectrum is 4B) (1)

```

Рисунок 2 – Фрагмент бази правил

Таблиця 1 – Стани вхідних та вихідної змінних

<i>T/E</i>	Night	Dawn	Morning	Noon	Afternoon
T₁ (20C°)	Medium	Low	Off	Off	Off
T₂ (21C°)	More medium	Medium	Off	Off	Off
T₃ (22C°)	High	More medium	Low	Off	Off
T₄ (23C°)	More medium	Medium	Off	Low	Low
T₅ (24C°)	Medium	Low	Off	Low	Low

Запропоновані принципи функціонування бази правил відображено графічно на рисунку 3 задля більш ергономічного сприйняття алгоритмів роботи мікроконтролерного блоку досліджуваної системи.

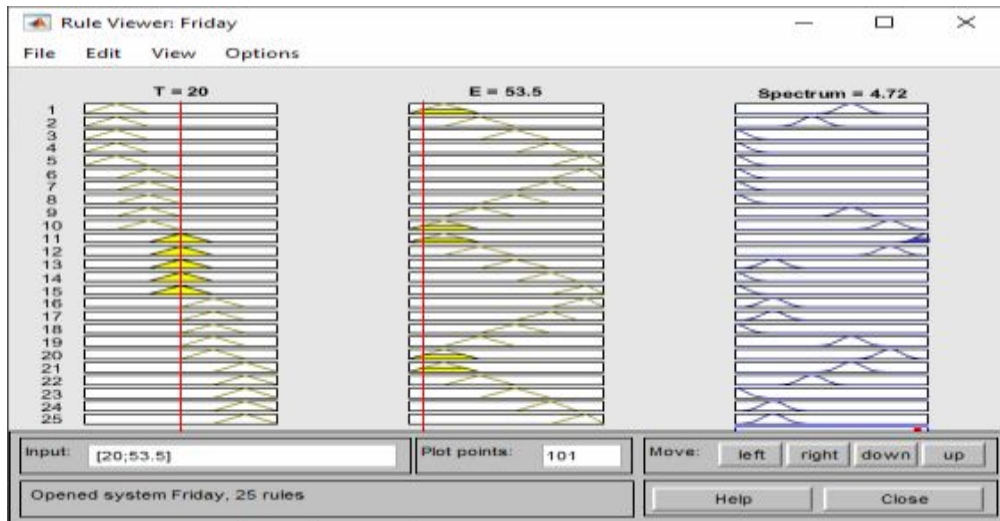


Рисунок 3 – Графічне зображення бази правил

Для перевірки роботи бази правил й алгоритму логіки було виконане імітаційне моделювання системи в пакеті прикладних програм Proteus. Структурна схема системи представлена на рисунку 4. На входах підсумовуються значення випадкових значень для аналізу того, яким чином буде себе вести модель. На виході отримано осцилограми роботи моделі в залежності від використання Fuzzy logic моделі. Через відсутність у ППП Proteus спеціалізованої бібліотеки датчиків освітлення й температури на їх місце було встановлено регульовані джерела напруги, так як ці датчики є сенсорами генераторного типу. Результати роботи розробленої імітаційної моделі наведено на рисунку 5.

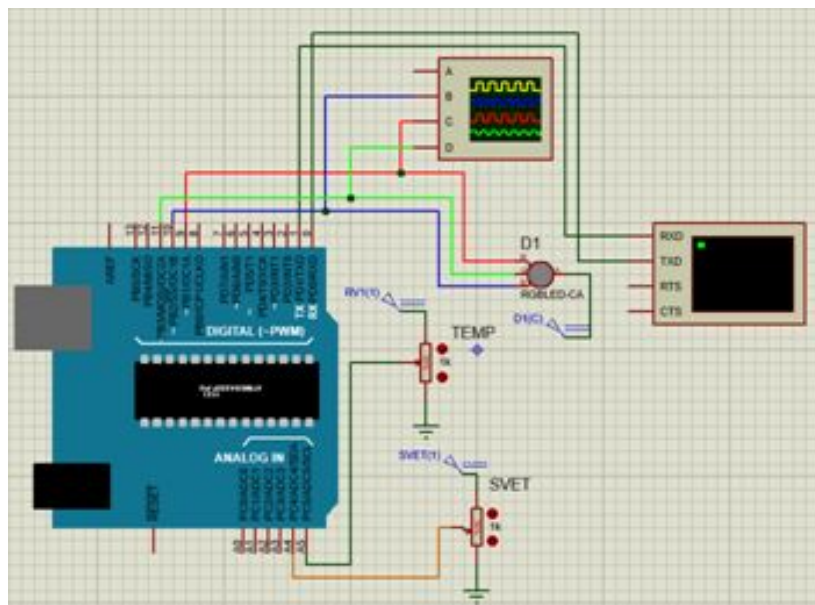


Рисунок 4 – Імітаційна модель системи

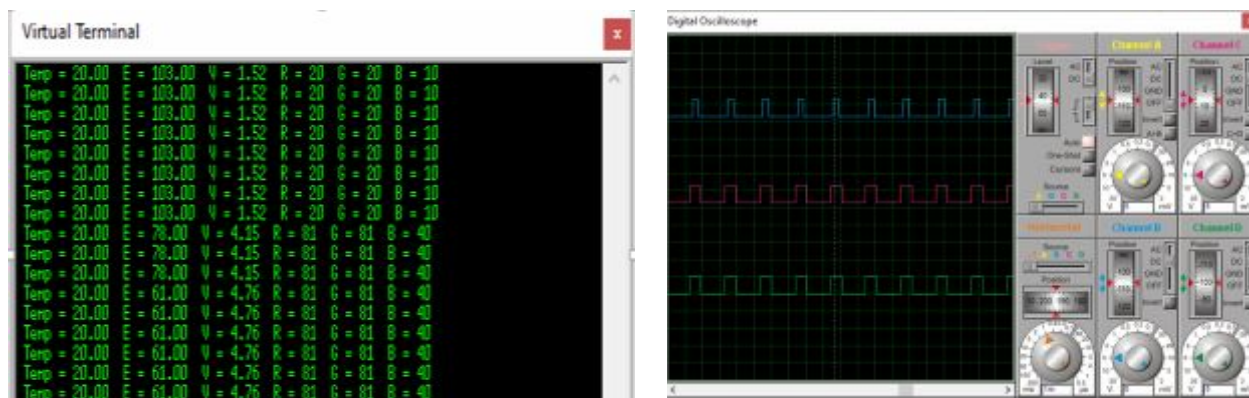


Рисунок 5 – Дані з віртуального терміналу та осцилограми роботи з параметрами температури (20 °C) та рівня освітленості (ніч)

Для того, щоб оцінити адекватність роботи системи усі правила, які були записані в Matlab & Simulink® у віртуальному терміналі відображено хід зчитування вхідних сигналів та кодові комбінації вихідного ШІМ-сигналу за кожним каналом RGB-світлодіода.

Висновки. У роботі вирішено науково-практичну задачу розробки та дослідження мікропроцесорної системи моніторингу й керування штучним досвічуванням на базі нечіткої логіки. Проведено аналіз відомих результатів досліджень щодо методів побудови засобів на базі Matlab & Simulink. Розроблено модель та базу правил нечіткого керування. Проведено моделювання роботи Fuzzy logic на платформі Arduino у ППП Proteus. Визначено основні напрямки подальших досліджень мікропроцесорної системи моніторингу й керування інтенсивністю штучного досвічування зони вирощування культур.

Перелік посилань:

1. Izzuddin, T.A., Johari, M.A., Rashid, M.Z.A., Jali, M.H. (2018). Smart irrigation Using Fuzzy Logic Method. ARPN J. of Eng. and App.Sc., Vol. 13 (2): 1–6.
2. Both, A.J., Benjamin, L., Franklin, J., Holroyd, G., Incoll, L.D., Lefsrud, M.G., Pitkin, G. (2015). Guidelines for measuring and reporting environmental parameters for experiments in greenhouses. Plant Methods, 11: 1-18.
3. Vovna, O., Laktionov, I., Sukach, S., Kabanets, M., Cherevko, E. (2018). Method of Adaptive Control of Effective Energy Lighting of Greenhouses in the Visible Optical Range. Bulg. Journal of Agricultural Science, Vol. 24 (2): 335–340.

Ключові слова: освітлення, теплиця, мікропроцесорна система, нечітка логіка, моделювання, база правил.

Єлагіна К.С., аспірант (kateryna.yelahina@gmail.com)

Воропаєва В.Я., к.т.н, доц. (viktoriya.voropayeva@donntu.edu.ua)

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна

АНАЛІЗ СИСТЕМ РОЗПІЗНАВАННЯ МОВИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОБОТИ CALL-ЦЕНТРІВ

Сьогодні call-центри знайшли застосування в багатьох соціально-економічних галузях. Технології call-центрів дозволяють обробляти швидше та якісніше запити клієнтів, а також підвищити ефективність внутрішнього інформаційного обміну на підприємстві.

Щороку великі приватні компанії та державні установи витрачають багато коштів на обслуговування голосових викликів за допомогою call-центрів, і перш за все, на заробітну плату операторам. Тому зараз існує актуальна науково-технічна задача автоматизації call-центрів з метою зменшення витрат на їх обслуговування та економії часу операторів і клієнтів.

Сучасні call-центри базуються на IP технології та рішеннях комп'ютерної телефонії 3-го покоління, а програмне забезпечення є компактним продуктом, що забезпечує хороші можливості інтеграції різних технологій (рис. 1):

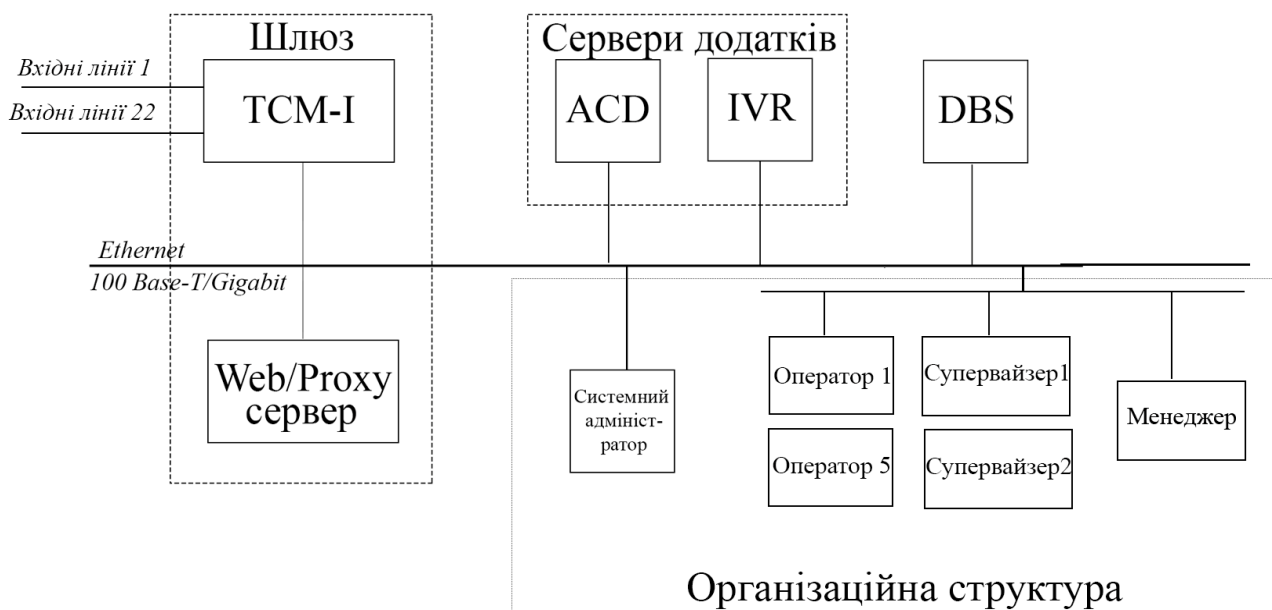


Рисунок 1 – Загальна архітектура call-центру на базі IP

Сервери додатків – інтерактивне голосове меню IVR і автоматичний розподіл викликів ACD – забезпечують реалізацію логіки наданих послуг. Автоматизація серверів додатків підвищить ефективність роботи call-центрів, а також зменшить витрати на їх обслуговування.

Одним способів автоматизації даного сектору є обробка типових запитів за допомогою технології розпізнавання мови (ASR) в інтерактивному голосовому меню.

Таке рішення дозволяє зменшити навантаження на операторів за рахунок отримання клієнтами інформації в автоматичному режимі; знизити витрати на обслуговування клієнтів; скоротити час очікування клієнтом відповіді оператора; забезпечити якість обслуговування клієнтів на високому рівні та інше.

Процес розпізнавання мови можна представити у вигляді наступних 4-х етапів (рис. 2) [2]:

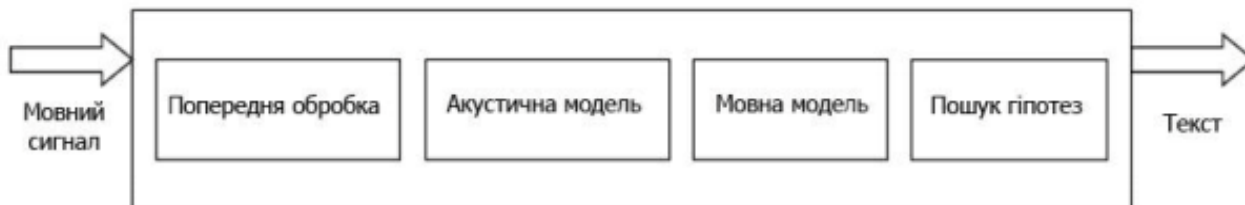


Рисунок 2 – Компоненти систем розпізнавання мови

1. Отримання акустичних ознак із вхідного сигналу.
2. Акустичне моделювання.
3. Мовленнєве моделювання.
4. Декодування.

Звуковий сигнал надходить на вхід системи, яка складається з двох блоків – акустико-фонетичний блок і лінгвістичний блок. Акустико-фонетичний блок аналізує сигнал і виділяє з нього ознаки, на основі яких за допомогою спеціальних марковських акустичних моделей розпізнає фонем в сигналі. Лінгвістичний блок за допомогою N-грамних мовленнєвих моделей з цих фонем формує слова, які зіставляються зі словником. Таким чином, для роботи даної системи необхідні файли мовленнєвої моделі, файли акустичної моделі і словник вимови.

Сьогодні існує багато систем розпізнавання зв'язного мовлення, але переважна більшість з них є пропрієтарними продуктами. Це негативно позначається на можливості інтеграції систем в проекти з відкритим кодом. Серед open-source систем розпізнавання мови найбільшою популярністю користуються CMU Sphinx та Kaldi [1].

Підходи, алгоритми і структури даних, що використовуються розглянутими системами розпізнавання мови на кожному з перерахованих етапів, представлені в таблиці 1 [3,4]. Також з точки зору зручності використання розглянуті такі показники як підтримка різних програмних і апаратних середовищ виконання, ліцензійні обмеження, підтримка безлічі природних мов розпізнавання, характеристики інтерфейсу.

Головною відмінністю систем CMU Sphinx та Kaldi є те, що система розпізнавання мови Kaldi для акустичного моделювання мови, окрім прихованих марківських моделей та нейронних мереж, використовує ще моделі гаусових сумішей, що забезпечує досить повне покриття можливих варіантів вимови фонем із урахуванням фонетичних контекстів та междікторських відмінностей.

Для роботи call-центру велике значення має точність наданої інформації, тому використання системи Kaldi є більш раціональним.

Таблиця 1. Порівняльна таблиця систем розпізнавання мови

Характеристика	CMU Sphinx	Kaldi
Отримання акустичних ознак із вихідного сигналу	MFCC, PLP	MFCC, PLP
Акустичне моделювання	HMM, DNN	HMM, GMM, SGMM, DNN
Мовленнєве моделювання	N-gramm, FST	FST
Розпізнавання	Алгоритм Вітербі, алгоритм bushderby	Двухпрохідний алгоритм прямого-зворотнього ходу
Мова реалізації системи	C/Java	C++
Структура	Модульна	Модульна
ОС, що підтримуються	Linux, MacOS, Windows, Android	Linux, Windows, Free BSD
Інтерфейс	Консольний, API	Консольний
Мови	Безліч мов, окрім української	Англійська
Ліцензія	BSD	Apache

З метою підвищення точності та швидкості розпізнавання інформації запропоновані такі методи рефакторингу системи:

1. Застосування нейронних мереж як для акустичного моделювання, так і мовленнєвого.
2. На етапі акустичного моделювання використовувати лише нейронні мережі, без навчання HMM моделей.
3. Додавання україномовного словника.

Перелік посилань:

1. Gaida C. Comparing open-source speech recognition toolkits [Електроний ресурс]./C. Gaida et al. // Technical Report of the Project OASIS. – URL: <http://suendermann.com/su/pdf/oasis2014.pdf>
2. Гусев М.Н. Система распознавания речи: основные модели и алгоритмы / М.Н. Гусев, В.М. Дегтярев. – СПб.: Знак, 2013. – 128 с.
3. CMU Sphinx Wiki [Електроний ресурс]. – URL: <http://cmusphinx.sourceforge.net/wiki/>
4. Kaldi [Електроний ресурс]. – URL: <http://kaldi-asr.org/doc>

С'янов О.М., д.т.н., проф. (alexandr.sianov@gmail.com)

Косухіна О.С., к.т.н., доц. (e_kos@ukr.net)

Кулик М.В., асистент (kulik@internic.ua)

Косухін О.В., аспірант (kosukhin24@gmail.com)

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, Україна

КОНСТРУКТИВНІ МЕТОДИ ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ В АСИНХРОННИХ ДВИГУНАХ ПРИ ЖИВЛЕННІ ВІД ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ

Сучасний етап розвитку електропривода (ЕП) характеризується використанням регульованого ЕП. В якості системи управління широке застосування отримали перетворювачі енергії (перетворювачі частоти (ПЧ), широтноімпульсні перетворювачі (ШП) перетворювача напруги (ПН)), у яких для управління режимами роботи ЕП використовуються мікропроцесори. Використання мікропроцесорів в перетворювачах енергії [1], по-перше, спрощує схемотехніку пристрою, зменшує габарити, покращує якість виготовлення, збільшує діапазон регулювання технологічними змінними, розширює функціональні можливості системи і, по-друге, на 40-50% знижує споживання електроенергії, що призводить до істотної економії і дозволяє створювати енерго - і ресурсозберігаюче устаткування і технології.

Розширення областей і збільшення масштабів застосування автоматизованого і регульованого ЕП вимагає удосконалення як перетворювачів енергії, так і конструкції асинхронного двигуна (АД) [2]. Для внесення змін до конструкції АД необхідно проведення глибоких теоретичних і експериментальних досліджень електромагнітних процесів, що відбуваються в АД, і на основі цього удосконалювати методи проектування [3].

Метою роботи є пошук конструктивних рішень, що дозволяють зменшити втрати енергії в АД при живленні від перетворювачів.

При живленні АД від перетворювачів енергії (ПЧ, ШП, ПН) струм і напруга є несинусоїдальними, що містять велику кількість вищих гармонік. Оскільки для частот вищих гармонік ротор виявляється нерухомим і, отже, величини струмів від вищих гармонік викликають додаткові втрати у міді й сталі. Величини втрат визначаються опором пасивного еквівалентного ланцюга і пов'язані з обраною конструкцією АД. Нагрівання, обумовлене вищими гармоніками, зменшує коефіцієнт корисної дії (ККД) АД і призводить до зниження його номінального обертаючого моменту, особливо у випадку роботи самовентильованого АД на низьких (до 25 Гц) частотах [4].

При роботі АД від ПЧ на частоті 50 Гц в порівнянні з мережею його ККД знижується на 1,5%, $\cos\phi$ - на 0,05, споживаний струм зростає на 8%, ковзання - на 3%, що приводить до зростання втрат в обмотці статора в середньому на 20% і в обмотці ротора на 3%. Із зменшенням частоти ККД теж зменшується. Так, при 10 Гц ККД становить 72% від ККД при 50 Гц.

При живленні АД від ПЧ знижується струм короткого замикання на 10%, що обумовлено збільшенням індуктивного опору x_r на 13% і активного опору r_r на 10%, викликаними вищими гармоніками живлячої напруги і зміною витіснення струму в пазах ротора. Крім того, при постійному моменті на валу самовентильованого АД (I_s

= const) із зменшенням частоти та напруги зростає температура перегріву АД. Так, при частоті 10 Гц вона зростає більш ніж в 2 рази, що перевищує допустимі межі. При цьому різниця перегрівів обмотки ротора і статора досягає 50°C і більше. При 50 Гц хоча і не відбувається погіршення характеристик перегріву, проте через погіршення ККД та $\cos\varphi$, а також через збільшення ковзання знижується корисна потужність на 10-15%.

Експериментальне дослідження АД серії 4А при їх роботі від ПЧ також показало необхідність зниження корисного моменту (потужності) на валу, що обумовлене додатковими втратами від вищих гармонік на 10-20% та погіршенням умов охолодження при частотах нижче 25 Гц. При регулюванні частоти живлення від 50 до 25 Гц величину корисного моменту на валу АД необхідно знижувати на 10-20%, а при частотах нижче 25 Гц - на 30-40%. При цьому ККД і $\cos\varphi$ у всьому діапазоні частот зменшуються відповідно на 2-4% і 0,05.

Крім того, одним з факторів, що впливають на величину додаткових втрат, є співвідношення чисел пазів ротора і статора z_2/z_1 . Рекомендоване співвідношення при синусоїдальній напрузі становить 0,67-1,25. Однак, у випадку роботи АД від ПЧ при збільшенні величини цього співвідношення зростають сумарні втрати в сталі, а також спостерігається перевищення температури обмотки статора. Величина $\cos\varphi$ практично не залежить від співвідношення чисел пазів ротора і статора, а залежність ККД при цьому незначна. Проте спостерігається тенденція зниження ККД при збільшенні співвідношення чисел пазів ротора і статора. Так, ККД при $z_2/z_1 = 1,25$ нижче, ніж при $z_2/z_1 = 0,67$ приблизно на 1-1,5%. Таким чином, в АД серії 4А при їх роботі від ПЧ, краще приймати $z_2/z_1 < 1$.

Знизити втрати в АД при живленні від перетворювачів енергії можна збільшивши величину повітряного зазору. В табл.1. наведено експериментально отримані дані ідеального холостого ходу АД з масивним феромагнітним ротором (МФР) виготовленого на базі АД типу АОК2-52-4. Масивний феромагнітний ротор виготовлений з Ст3. Дослідження проводились при різній величині повітряного зазору і $U_{01} = 220 \text{ В}$. З наведених в табл.1. даних видно, що при збільшенні повітряного зазору з 0,48 до 0,93 мм, тобто в 1,94 рази, споживана активна потужність $P_{\text{л}}$ зменшилася з 340 до 270 Вт або на 20,5 %. Втрати в сталі P_{cl} зменшились на 40%, втрати в обмотці статора $P_{0\text{л}}$ зросли на 84,9% і додаткові втрати $P_{\text{доd},i}$ зменшились в 2 рази. Струм в обмотці статора $I_{0\text{л}}$ зріс на 36 %. Зростання споживаного струму призвело до зниження $\cos\varphi_i$.

Таблиця 1 – Дані ідеального холостого ходу

δ , мм	$I_{0\text{л}}$, А	$\cos\varphi_i$	$P_{\text{л}}$, Вт	P_{cl} , Вт	$P_{0\text{л}}$, Вт	$P_{\text{доd},i} = P_{\text{cl}i} - P_{\text{cl}p}$, Вт
0,48	5,0	0,082	340	286,4	53,6	230,5
0,6	5,4	0,076	325	262,5	62,5	206,6
0,74	6,0	0,071	300	222,8	77,2	166,9
0,93	6,8	0,067	270	170,9	99,1	114,1

Примітка: $P_{\text{cl}p} = 55,9 \text{ Вт}$ – розраховані втрати в сталі.

Збільшення повітряного зазору дозволяє знизити втрати в АД при зростанні

струму намагнічування та зниженню $\cos\varphi$.

Виконання гвинтової (різбової) канавки [5] трикутного перерізу на циліндричній поверхні ротора дозволяє усунути основний недолік збільшення повітряного зазору зростання струму намагнічування (рис.1). Виконання гвинтової канавки трикутного перерізу дозволяє робити її більш глибокою, ніж безпосереднє збільшення повітряного зазору суцільний проточкою ротора або проточкою канавок прямокутного перерізу. Глибина канавки h зазвичай не перевищує 1мм, крок $t = 1$ мм та ширина $a = 0,5$ мм. Канавка трикутного перерізу не призводить до суттєвого збільшення повітряного зазору. В табл. 2 наведено дані ідеального холостого ходу АД з МФР зі збільшеним повітряним зазором і проточеною гвинтовою канавкою.

Таблиця 2 – Дані ідеального холостого ходу

Повітряний зазор, гвинт. канавка	I_{01i} , А	$\cos\varphi_i$	P_{1i} , Вт	P_{c1i} , Вт	P_{01i} , Вт	$P_{\text{дод},i} = P_{c1i} - P_{c1p}$, Вт
$\delta = 0,93$ мм	7	0,089	415	304,9	105,1	254
$\delta = 0,45$ мм	4,6	0,102	310	264,6	55,9	208,7

З представлених результатів видно, що проточка гвинтової канавки в порівнянні із збільшенням повітряного зазору дозволяє на 25,3% зменшити споживання активної потужності P_{1i} при струмі I_{01i} на 34% менше, ніж при збільшеному повітряному зазорі.

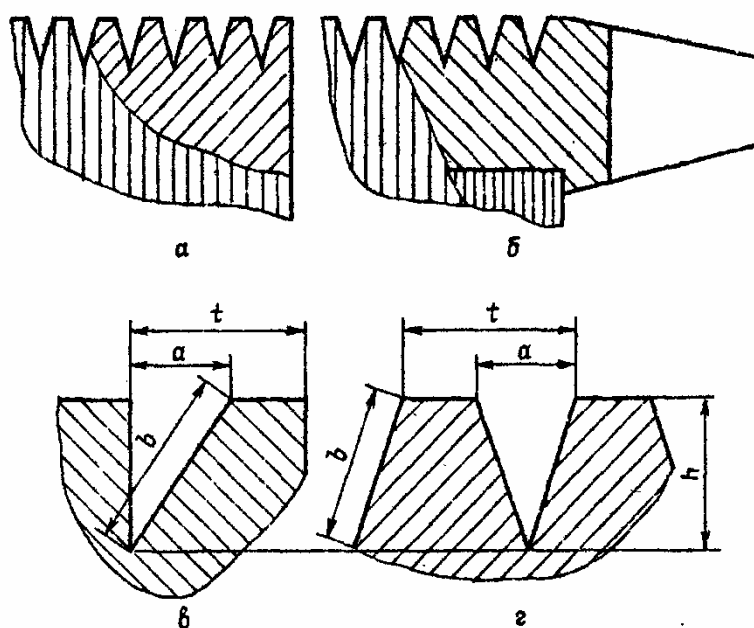


Рисунок 1 – Форма гвинтової канавки на поверхні ротора

Нарізка гвинтової канавки була використана для покращення енергетичних характеристик АД, що використовуються в регульованому ЕП. На рис.2 показані залежності коефіцієнта потужності і ККД від корисної потужності на валу двигуна типу 4AI60M4. Суцільними лініями зображені криві до нарізки канавки, а

штриховими - після нарізки канавки.

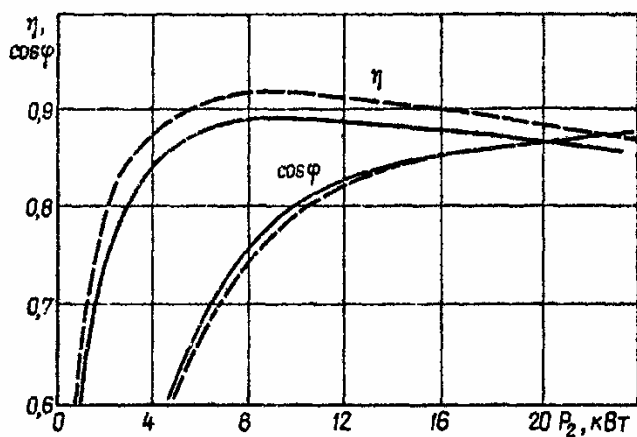


Рисунок 2 – Залежність коефіцієнта потужності і ККД від корисної потужності на валу двигуна типу 4A160M4

Встановлено, що виконання гвинтової канавки трикутного перерізу на поверхні ротора не для всіх двигунів дає позитивні результати. Так, для двигунів S2, S4, M4, S6 і M6 помітне суттєве зростання ККД. Якщо для двигунів M6 збільшення ККД становить лише 1,2%, то для чотирьохполюсних двигунів M4 і S2 це збільшення склало 2%, а для двигуна S4 - 2,5%.

Значне зниження додаткових втрат можна одержати, використовуючи спільно з гвинтовою канавкою спеціально виготовлені клини з феромагнітним порошком. Для порівняння ефективності клинів різних типів були зняті експериментальні характеристики холостого ходу для АД типу K042-6/4P з різними клинами в пазах статора: текстолітовими, стеклотекстолітовими з потрійною сталеву сіткою (вміст заліза у клинах 33% по вазі), пресованими на основі фуранової смоли з вмістом феромагнітного порошку 70% і 80%. Експериментальні дані втрат та струму холостого ходу представлені в табл.3.

Таблица 3 – Холостий хід двигуна K042-6/4P

Тип клинів	Число полюсів			
	2p=4		2p=6	
	$P_{xx}, \text{кВт}$	$I_{xx}, \text{А}$	$P_{xx}, \text{кВт}$	$I_{xx}, \text{А}$
Текстолітовий, h=2,6 мм	7,4/6,6	25,4/26,5	3,8/3,45	18,6/20
Текстолітовий зі сталюю сіткою, h=2,6 мм	6,0/-	22,0/-	3,0/-	16,0/-
Пресований с феромагнітним порошком:				
h=3 мм; 70% Fe	5,3/3,9	20,2/20,5	2,6/2,2	15,5/17,8
h=2,6 мм; 80% Fe	-/2,8	-/18,6	-/1,4	-/16,4

Примітка: У чисельнику наведені значення при $\delta=0,7$ мм, в знаменнику - при $\delta = 1,0$ мм.

При аналізі даних встановлено, що текстолітові клини зі сталевою сіткою забезпечують незначне зменшення втрат на холостому ході машини. Крім того, дослідження двигуна під навантаженням показали, що сталева сітка швидко насичується, і вже при струмах приблизно $0,5 I_n$ клин практично не чинить згладжуючого впливу на магнітне поле в повітряному зазорі машини. Найкращі результати отримано для пресованого клину з вмістом 80% феромагнітного порошку. Незважаючи на високий вміст порошку, механічна міцність клинів достатня. Випробування АД з клинами такого типу під навантаженням показали, що насичення його настає при навантаженнях, що перевищують номінальні.

Іншим напрямком зниження втрат є використання спеціальних активних матеріалів. Так в Інституті електродинаміки НАНУ був розроблений спеціальний чавун для масивних роторів високошвидкісних АД. В табл. 4 представлені дані ідеального холостого ходу, отримані при $U_{01} = 220\text{В}$ і $n = 1500\text{об/хв}$.

Таблиця 4 – Дані ідеального холостого ходу

АД с МФР	$I_{01i}, \text{А}$	$\cos\varphi_i$	$P_{1i}, \text{Вт}$	$P_{c1i}, \text{Вт}$	$P_{01i}, \text{Вт}$	$P_{\text{доd},i} = P_{c1i} - P_{c1p},$ Вт
Ст3	4,55	0,11	345	298,7	46,3	242,8
Ч	4,5	0,059	175	131,6	43,4	75,7

З наведених в табл.4 даних видно, що АД з МФР Ч при струмі 4,5 А споживає в 2 рази меншу потужність P_{1i} порівняно з двигуном, ротор якого виготовлений зі сталі (АД з МФР Ст3). Менше споживання потужності в двигунах, ротори яких виготовлені із спеціального чавуну, пов'язано зі структурою чавуну і технологією відпалу, що і призвело до зниження додаткових втрат $P_{\text{доd},i}$ в 3,2 рази в АД з МФР Ч порівняно з АД з МФР Ст3.

Висновки: З проведених досліджень встановлено, що великий вплив на енергетичні характеристики АД при живленні від перетворювачів енергії надає його конструкція. При розробці конструкції АД для роботи від перетворювачів енергії необхідно: використовувати спеціальну електротехнічну сталь; приймати співвідношення $z_2/z_1 < 1$; збільшувати повітряний зазор; виконувати гвинтову нарізку на поверхні ротора; використовувати клини з феромагнітним порошком; застосовувати закриті пази ротора; для високошвидкісних АД використовувати для ротора спеціальний чавун з високим питомим опором.

Перелік посилань:

1. Вейц В.Л., Вербовой П.Ф., Вольберг О.Л., Съянов А.М. Синтез электромеханических приводов с цифровым управлением. - К: Наук. думка, 1991.-232 с.
2. Вербовой П.Ф., Заболотный А.П., Съянов А.М. Асинхронные двигатели для тиристорного электропривода. - К.: Наук. думка, 1994. - 242 с.
3. Проектування асинхронних двигунів /А.П. Вербовой, П.Ф. Вербовой, О.М. С'янов – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2013. – 528 с.
4. Тонкаль В.Е., Новосельцев А.В., Заболотный А.П., Андриенко П.Д.,

Вербовой П.Ф., Съянов А.М. Особенности работы асинхронного частотнорегулируемого электропривода с различными конструкциями роторов. - К.: 1988. - 47 с. (Препр./АН УССР. Ин-т электродинамики; № 546).

5. А. с. 1343502 СССР, Н02К 1/22, 17/16. Ротор асинхронного двигателя /П.Ф. Вербовой, А.А. Войтех, А.М. Съянов, Т.А. Ахунов, С.И. Власов, Л.Н. Макаров. - Оpubл. 07.10.87. Бюл. № 37..

Ключові слова: асинхронний двигун, перетворювач частоти, електромагнітні параметри, повітряний зазор, гвинтова канавка, клини з феромагнітним порошком.

Климов О.О., студент (klymovalex@gmail.com)

Бурлака О.М. ст. викладач (oleksandr.burlaka@donntu.edu.ua)

ДВНЗ „Донецький національний технічний університет”, м. Покровськ, Україна

СИСТЕМА ПОЗИЦІОНУВАННЯ ПЕРСОНАЛУ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ LORA

Питання позиціонування персоналу на виробництві є досить актуальною, зокрема на підприємствах з небезпечними умовами праці. Впровадження системи моніторингу персоналу дозволяє:

- Посилити дисципліну праці;
- Виявляти та фіксувати факти порушення техніки охорони праці та внутрішнього розпорядку;
- Зменшення рівня травматизму та підвищення безпечності праці;
- Оперативне оповіщення персоналу про нештатні ситуації в тому числі й аварійні.

Для визначення місцезнаходження використовують декілька технологій: інфрачервоні, ультразвукові, супутникові та радіочастотні. Проте найперспективнішими з технологій засновані на радіочастотних методах.

Важливою задачею при розробці подібної системи є вибір радіочастотної технології для визначення місцезнаходження об'єкту. Наприклад, компанія RealTrack що з займає одне з лідируючих місць по впровадженню систем моніторингу на підприємствах використовує в своїх рішеннях такі радіочастотні технології: BLE (Bluetooth Low Energy); UHF (Ultra High Frequency); UWB (Ultra-wide band). Кожна з цих технологій використовується для вирішення конкретної задачі та відрізняється від інших не лише протоколом передачі даних але й точністю позиціонування, енергетичними показниками а також вартістю обладнання. Наприклад використовуючи UWB технологію можна досягти точності позиціонування в 0,1 м., однак обладнання, необхідне для реалізації, подібного проекту має досить високу вартість.

В умовах металургійного комбінату прийнятною є точність 2 - 3 м., також побудована мережа повинна мати достатній радіус дії та бути завадостійкою. В даному випадку для реалізації цих потреб була використана технологія Lora, що має низьку вартість, високі показники енергоефективності в порівнянні з аналогами, а також використовує неліцензований частотний діапазон.

Чимало важливим етапом проектування є вибір методу локального позиціонування. Для підвищення точності системи доцільно використовувати одразу декілька методів: ToA (time of arrival) та TDoA (time difference of arrival). Сукупність цих методів дозволяє досягти значних показників точності.

Мережу побудовано по стандартній топології LoraWan, та зображено на рис. 1.



Рисунок 1 – Структура системы

Індивідуальна мітка є ідентифікатором об'єкту, та передає інформацію про його місцезнаходження на базову станцію, яка в свою чергу передає цю інформацію до сервера, для її подальшої обробки. Після чого інформація в візуально зрозумілому відображенні передається диспетчеру для контролю місцезнаходження персоналу та об'єктів.

Також важливим параметром подібної системи є її часові характеристики, які в певній мірі визначають кількість сигналів, що можуть бути оброблені в певний момент часу. Часові характеристики технології Loga зображені на рис. 2.

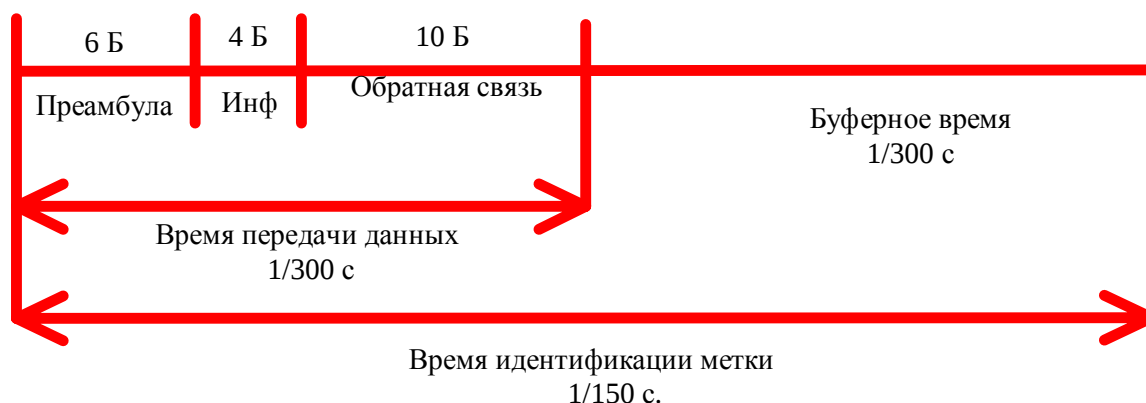


Рисунок 2 – Часові характеристики системи.

Згідно з технічними даними до Loga пакет даних складається з преамбули (6 байт) та безпосередньо інформації (4 байти). Оскільки преамбула включає в себе ідентифікатор індивідуальної мітки та час передачі даних, для визначення місцезнаходження об'єкту достатньо інформації що містить в собі преамбула. Байти інформацію можна використовувати для контролю деяких параметрів об'єкту,

наприклад температури тіла людини, при умові оснащення індивідуальної мітки датчиком температури. Також передбачено зворотній зв'язок для зв'язку з об'єктом або для відстеження вдалої передачі даних. Згідно з технічними даними час передачі даних зі зворотнім зв'язком займає $1/300$ с.

Для надійної реалізації проекту необхідно виключити можливість виникнення колізій, тобто ситуації, коли сигнал до базової станції буде поступати одночасно з декількох міток. Така ситуація призведе до неможливості обробки цієї інформації. Для уникнення таких випадків для кожної мітки було призначено певний часовий інтервал, для передачі даних, в проміжку від 0 до 1 с. А також додано буферний час, що дозволяє уникнути накладення сигналу у випадку зміни параметрів роботи електронних компонентів індивідуальної мітки.

Завдяки властивостям протоколу передачі даних LoRa, обладнання для прийому-передачі інформації може працювати одночасно з передатчиками, що працюють на 8 різних частотах. Враховуючи ці властивості одна система може працювати одночасно з 1200 індивідуальними мітками, при передачі даних кожної секунди. Такого інтервалу в передачі даних достатньо для забезпечення точності позиціонування в 2-3 м.

Враховуючи описані властивості системи, можна зробити висновок, що використання технології LoRa у вирішенні питань локального позиціонування виправданим та є конкурентно спроможним враховуючи фізичні та матеріальні властивості систем, побудованих на основі інших технологій.

Остренко. Д.О, аспірант (dmytro.ostrenko@gmail.com)

Колларов О. Ю., к.т.н. доц. (kollarov@gmail.com)

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ З МЕТОЮ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ДІАГНОСТИКИ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Відомі дослідження. Питання порушене в даній роботі, розглядається в таких статтях як [1] та [2]. Можна за аналізом сформулювати загальний висновок, який полягає в тому, що інтелектуальні електромережі - включають в себе швидко зростаючий комплекс технологій, технологічних процесів, пристроїв і додатків, покликаних створити електронні комунікації нового покоління. У цій концепції також враховані останні напрацювання в області бездротового обміну інформацією. Технологія здатна вирішити такі проблеми, як доступність електричної енергії, її ефективне використання та ліквідації інформації через брак її споживання. У комунікації нового покоління будуть інтегруються поновлювані джерела енергії, наприклад, вітер і сонце.

На даний момент розвинені країни розглядають «інтелектуальні» технології електромереж як інвестиції в стратегічну інфраструктуру, які будуть підтримувати розвиток галузі і допоможуть знизити вплив на навколишнє середовище, за рахунок впровадження відновлювальних джерел енергії.[3]

В Україні розвиток «розумних» електричних мереж привабливо завдяки можливості замінити застарілу інфраструктуру. «Зношеність» електромереж становить 70% і поступово робляться практичні кроки по впровадженню технологій Smart Grid. Власне, в Україні і покладають надії на те, що інтелектуальні технології допоможуть прискорити модернізацію електромереж, а це в свою чергу допоможе зменшити витрати на таке переобладнання, адже заміна все одно потрібна.

Інтелектуальна електроенергетична система з активно-адаптивної мережею - це енергосистема нового покоління, заснована на принципі управління інформації, яка отримана від сенсорів та датчиків. Така електромережа функціонування починається з процесів безперервного діагностичного моніторингу динамічних об'єктів (ДО) електричної мережі.

Активно – адаптивна електрична мережа представляє собою сукупність під'єднаних до генеруючих джерел та споживачам енергії елементів електричних мереж і систем управління, які включають:

- лінії електропередач з керованим зміною параметрів, а також систем контролю їх стану;
- сучасні цифрові пристрої захисту та автоматики;
- комутаційні апарати з високою здатністю відключення і великим комутаційними ресурсом;
- пристрої електромагнітного перетворення електроенергії з широкими можливостями регулювання параметрів;
- виконавчі механізми, що дозволяють в реальному часі впливати на активні елементи мережі та змінювати параметри і топологію;
- датчики положення і поточних режимних параметрів в достатній кількості для

забезпечення оцінки стану мережі в нормальних, аварійних режимах роботи енергосистеми;

- інформаційно-технологічні та керуючі системи, програмне забезпечення та технічні засоби адаптивного управління з можливістю впливу в реальному часі на активні елементи мережі і електроустановки споживачів;

- швидкодіючу багаторівневу керуючу систему з відповідною інформаційним обміном для контролю стану системи та управління в цілому, її частин та елементів з різними часовими циклами для різних рівнів управління [4].

Тож пропонується розглянути схему (рисунок 1) інтелектуального моніторингу в електромережі.

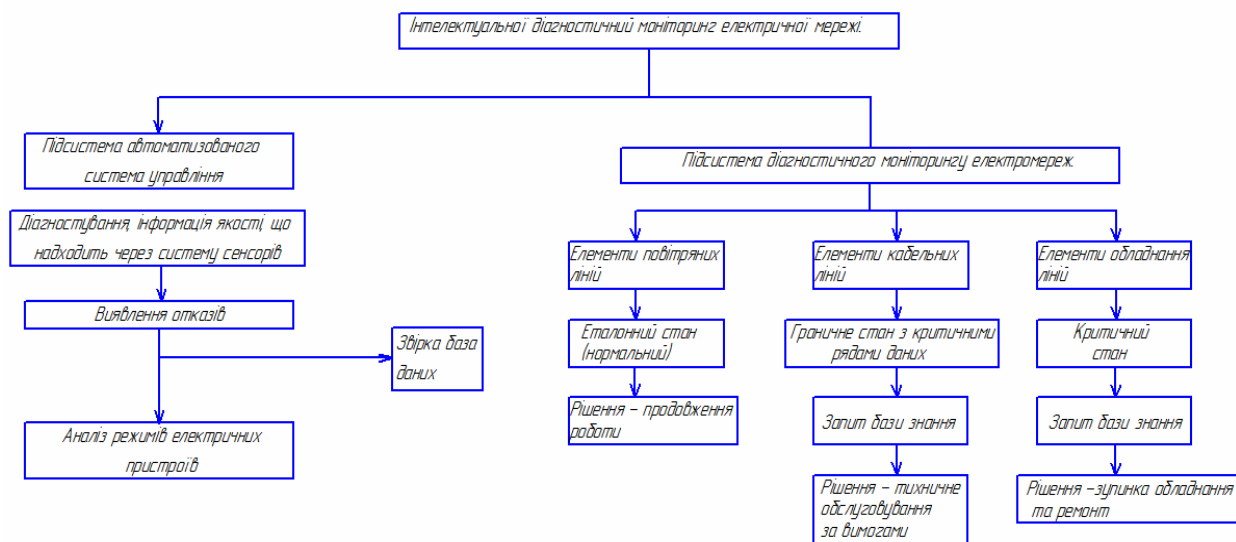


Рисунок 1 - Структурна схема інтелектуального діагностичного моніторингу динамічних об'єктів електромережі

Діагностика стану обладнання, а також оцінка ризиків аварійних ситуацій ґрунтується на вимірюваннях, які вироблені в режимі реального часу на обладнанні електростанцій, підстанцій і лініях електропередачі. Пріоритетний контроль переводяться елементи системи, які мають найбільшу ймовірність відмови. Аналіз наслідків аварійних ситуацій, які можливі в режимі реального часу, в енергосистемі на базі концепції інтелектуальної системи:

- визначає загальний стан електромережі;
- видає раннє попередження про можливу відмову мережі і виробляє список необхідних негайних дій оперативно-диспетчерського персоналу;
- формує і автоматично виконує команди управління для комутаційних апаратів та інших виконавчих механізмів енергетичної системи.

Висновки: В представленій роботі було виконано аналіз стану питання інтелектуальних систем в електричних мережах. Переведена структурна схема інтелектуального моніторингу динамічних об'єктів електромережі. Запропоновані положення повинні допомогти при розробці математичної моделі інтелектуальної електромережі.

Список використаних джерел:

[1] Грызлов А.А. and Григорьев М.А., “Повышение надежности работы систем релейной защиты и автоматики электрических станций и подстанций,”

Электротехника, no. 4, pp. 31–35, 2018.

[2] A. S. Toropov and A. N. Tulikov, “Forecasting of regional power supply system power consumption per hour using artificial neural networks,” *Proc. Irkutsk State Tech. Univ.*, vol. 21, no. 5, pp. 143–151, May 2017.

[3] Блінов І.В., Денисюк С.П., and Жуйков В.Я., *Інтелектуальні електроенергетичні системи: елементи і режими*, Національна академія наук України Інститут електродинаміки. Київ, 2014.

[4] С.П. Денисюк, І.В. Коротенко, and І.В. Лило, “Формування мережевої інфраструктури інтелектуальних електроенергетичних спільнот в Україні,” *ЕНЕРГЕТИКА економіка, технології, екологія Науковий журнал № 2 - 2019*, pp. 7–16, 2019.

Ключові слова: інтелектуальна система, аварійний режим, генерація, моніторинг, діагностика, електромережа.

Ялова К.М., к.т.н., доц. (yalovakateryna@gmail.com)

Рубанніков М.В., магістр

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, Україна

ПОБУДОВА ДЕРЕВА ВІДМОВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ НАЙДІЙНОСТІ СИСТЕМИ ПРИГНІЧЕННЯ БУРОГО ДИМУ

Актуальність питання. Умовою якісного функціонування складних технічних систем є забезпечення заданого рівня їх надійності і безпечності. Надійність технічної системи – це здатність виконувати певні функції, зберігаючи в часі експлуатаційні показники в заданій межах. Безпечність – це властивість системи, після виходу її з ладу в цілому чи окремих підсистем, переходити в такий режим роботи, в якому немає загрози життю і здоров'ю людей, відсутня загроза для нанесенню шкоди навколишньому чи пошкодження інших систем [1]. Оцінювання безпечності технологічних систем полягає в оцінюванні ризику виникнення аварійних ситуацій. Для оцінювання ризиків можуть бути застосовані такі методи, як: аналіз наслідків видів відмов (FMEA), аналіз критичності наслідків видів відмов (FMESA), аналіз дерев відмов (FTA), аналіз дерев подій (ETA) тощо, в результаті яких отримують якісні або кількісні значення показників ризику, допустимий рівень яких встановлюється відповідними міжнародними стандартами. У випадку перевищення гранично допустимого рівня ризику необхідно розробити комплекс технологічних рішень та рекомендацій щодо його зниження [2].

Оцінювання рівня ризиків та надійності складних технологічних систем є актуальним науково-практичним завданням, якому присвятили свої дослідження та наукові роботи такі науковці, як: Дранишников Л.В., Стоєцький В.Ф., Абрахманов Н.Х., Шайбаков Р.А., Марков А.Г., Любчик Л.М. У роботах Серебровського А.Н., Ситниченка Л.П., Пилипенка В.Г., Тверигина А.А., Беззатеева С.В., Волошина Н.В., Шарая В.А., Бурангулова О.С. та ін. представлено результати застосування методу дерева відмов для проведення логіко-ймовірнісного аналізу надійності технологічних систем. Питання автоматизованого розрахунку ймовірностей настання аварійних подій на основі дерева відмов описується в роботах таких науковців, як: Анцев В.Ю., Толоконников А.С., Горинін А.Д., Шевченко Д.Н. та інших. При цьому дерево відмов (ДВ) будується або для конкретної предметної області і технологічної системи, або надається можливість динамічної побудови ДВ в залежності від вхідних умов користувача.

Постановка задачі. Основною метою даної роботи є представлення результатів оцінювання надійності технологічної системи пригнічення бурого диму під час металургійного виробництва засобами ДВ.

Результати досліджень. Метод ДВ (Fault tree analysis) – це логіко-ймовірнісний метод аналізу причинно-наслідкових зв'язків між відмовами системи і/або її елементів та іншими подіями (діями), який надає можливість візуально і детально описати взаємопов'язані стани технологічної системи, які впливають на її надійність в цілому. ДВ є багаторівневою графологічною структурою причинних взаємозв'язків, отриманих в результаті досліджень небезпечних ситуацій в зворотному порядку, для того, щоб відшукати ймовірність настання головної

небажаної події.

Перевагами застосування методу ДВ є [3]:

- орієнтованість на знаходження відмов як окремих частин, так і системи в цілому;
- висока наочність представлення;
- можливість виконання якісного і кількісного аналізу надійності системи;
- формування повної картини про поведінку системи та результати втручання до її процесів;
- дозволяє встановити найбільш аварійно небезпечні частини системи, відмова яких суттєво впливає на вихід її з ладу.

Події в ДВ пов'язані зі статистичною ймовірністю, яка оцінюється зазвичай на практиці. Збої в роботі компонентів, як правило, відбуваються з деякою постійною інтенсивністю λ . У цьому простому випадку ймовірність відмови залежить від інтенсивності λ , часу t і описується експоненціальним законом:

$$P = 1 - \exp(-\lambda t), \quad P \approx \lambda t, \quad \lambda t < 0.1 \quad (1)$$

У даній роботі розглядається технологічна система пригнічення бурого диму під час доменного виробництва сталі. Головною подією для проведення аналізу і побудови ДВ є викид бурого диму під час випуску сталі з доменної печі. Ця подія є небажаною, оскільки під час взаємодії сталі з киснем, залізо окислюється і частково випаровується, перетворюючись на пил, часточки якого підіймаються в повітря та утворюють дим помаранчевого (бурого) кольору. Викиди бурого диму не тільки зменшують обсяги зливої сталі на 0.0025-0.0075%, але й суттєво забруднюють навколишнє середовище і становлять загрозу працівникам підприємства. Для мінімізації утворення бурого диму технологічна система доповнюється різноманітними пристроями, робота яких управляється через автоматизовану систему керування, вигляд автоматизованого робочого місця якої наведено на рисунку 1. Надійність системи, схема якої наведено на рисунку 1 оцінювалася за допомогою ДВ.

Вхідними параметрами для побудови ДВ у заданій предметній області є множина технологічних процесів, технологічних подій та технологічного обладнання, представлених у вигляді ієрархічної залежності станів системи та переходів між ними.

Розрахунок надійності технологічної системи, який здійснюється за допомогою ДВ здійснюється в декілька етапів. Спочатку розробляється вербальна модель, потім вона формалізується за допомогою графа у вигляді ДВ. Графічна модель перетворюється спочатку у функцію алгебри логіки, а потім у розрахунковий ймовірнісний багаточлен, за допомогою якого вираховуються всі потрібні характеристики головної (аварійної) події.

Алгоритм побудови ДВ для системи пригнічення бурого диму складається з наступних кроків:

1. Визначення множин ініціюючих початкових події та додаткових умов, які можуть сприяти виникненню аварійної ситуації – викиду бурого диму.
2. Визначення множин технічних засобів системи, призначених для боротьби з появою небажаних подій в системі.
3. Збір статистичних даних з описів експлуатації системи для встановлення інтенсивностей появи ініціюючих подій λ .



Рисунок 1 – Головной экран автоматизованої системи пригнічення бурого диму

4. Визначення множин організаційно-технічних заходів та дій персоналу під час нормального функціонування системи та у випадку виникнення небажаних подій.

5. Побудова логіко-графічної моделі для події «Викид бурого диму». Дерево відмов відображає зв'язок між подіями в системи за допомогою логічних операторів «І», «АБО».

6. Проведення розрахунку системних та елементних ймовірнісних характеристик та імовірності викиду бурого диму, базуючись на теоремах булевої алгебри.

7. Аналіз отриманих результатів та даних графічної моделі.

Враховуючи алгоритм побудови ДВ та спираючись на регламент технологічного процесу пригнічення бурого диму в рамках металургійного виробництва, було побудовано ДВ, графічний вигляд якого показано на рисунку 2.

Множина ініціюючих подій $N_i = \{n_{i1}, \dots, n_{i11}\}$ складається з 11 початкових подій: вийшла з ладу електростанція №1, вийшла з ладу електростанція №2, відсутність азоту в ємностях, вихід з ладу двигуна, відсутнє живлення двигуна, відсутній зв'язок із контролером, збій у мережевому комутаторі, згорів блок живлення контролера, вийшов з ладу кінцевий вимикач, пошкодження електричних дротів живлення, кидок напруги. На основі статистичних та паспортних даних обладнання визначаються інтенсивності появи цих подій.

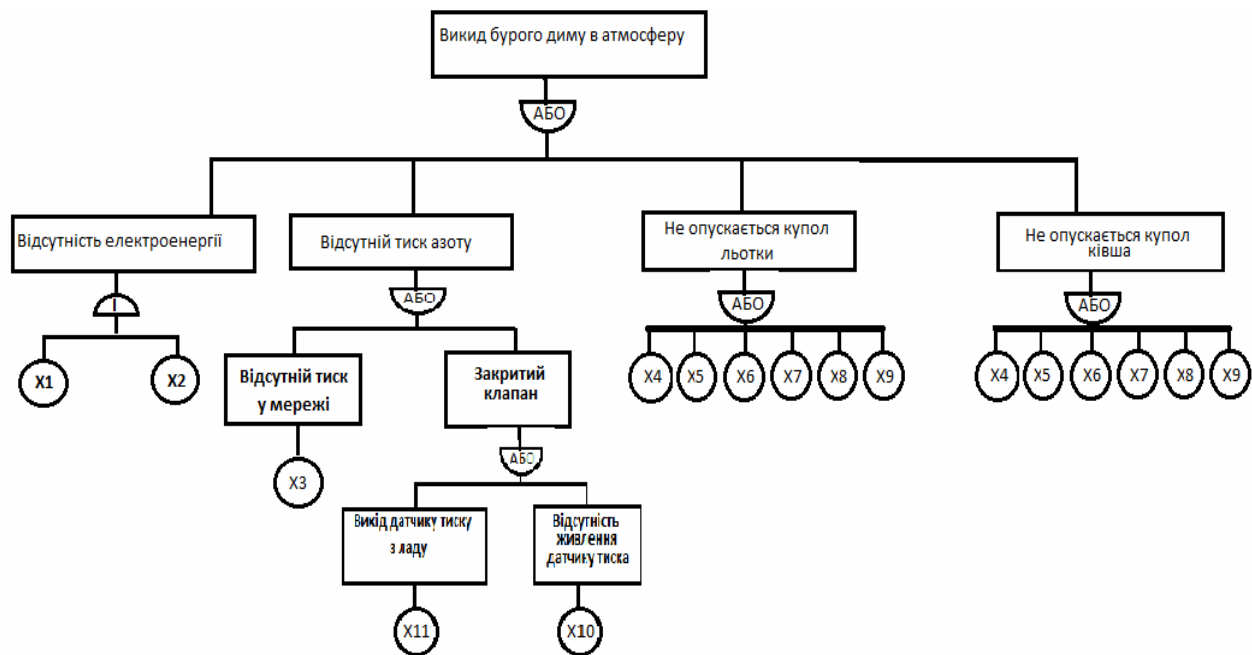


Рисунок 2 – Дерево відмов для системи пригнічення бурого диму

Множина проміжних подій $N_p = \{np_1, \dots, np_8\}$, поява яких сприяє розвитку аварійної ситуації складається з 8 елементів: Вихід з ладу датчику тиску, відсутність живлення в датчику тиску, відсутній тиск у мережі, закритий клапан, відсутність електроживлення, відсутність тиску азоту, не опускається купол льотки, не опускається купол ковша. Для множини N_p ймовірності появ розраховуються в залежності від виду зв'язку між подіями. Якщо події пов'язані логічним оператором «І», то ймовірність розраховується, як:

$$P(A \text{ and } B) = P(A \cap B) = P(A)P(B). \quad (2)$$

Якщо події пов'язані логічним оператором «АБО», то ймовірність появи розраховується, як:

$$P(A \text{ or } B) = P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B). \quad (3)$$

Розрахункова ймовірність появи головної події – викиду бурого газу – становить $P \approx 0.09$. Це значення є поточною надійністю системи, яке може змінюватися із часом, оскільки інтенсивність появи ініціюючих подій може зростати в міру зносу обладнання. Практичну цінність також становить визначена залежність вірогідності викиду бурого диму від строку експлуатації складових частин системи пригнічення, що є метою подальшої роботи.

Висновки та напрямок подальших досліджень. Визначення надійності технологічних систем є важливим завданням, оскільки дозволяє встановити аварійно небезпечні частини технологічної системи та розробляти заходи щодо мінімізації появи небажаних подій. Одним із способів визначення рівня надійності системи та ймовірностей появи певної події є метод ДВ, який дозволяє наочно та математично описати задану технологічну систему. В даній роботі представлено результати побудови ДВ та оцінювання надійності технологічної систем пригнічення бурого

диму під час доменної виплавки сталі. Отримані результати носять практичний характер і можуть бути застосовані для розробки заходів щодо мінімізації появи небажаних подій та оптимізації технологічної схеми системи.

Побудова ДВ може реалізовуватися як на папері, так і в автоматизованому режимі за допомогою відповідного програмного забезпечення. Розробка програмного застосування для автоматизованої побудови ДВ дозволить здійснювати розрахунки надійності для широкого спектру технологічних систем, а не тільки в описаній предметній області. Процес автоматизованої побудови ДВ та розробка програмного забезпечення, яке дозволить відобразити технологічні схеми і події систем у вигляді ДВ є напрямом подальших наукових досліджень.

Перелік посилань:

1. Серебровский А.Н. Анализ подходов оценивания вероятностей базисных событий техногенной опасности // Математичні машини і системи. – 2008. – № 2. – С. 122 – 127.
2. Стоецкий В. Ф. Оценка риска при авариях техногенного характера / В. Ф. Стоецкий, В. И. Голинько, Л. В. Дранишников // Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2014. – № 3. – С. 117–124.
3. Behringer B. Towards Feature-Oriented Fault Tree Analysis / B. Behringer, M. Lehser, S. Rothkugel // Vasteras: IEEE 38th International Computer Software and Applications Conference Workshops (COMPSACW), 2014.–p. 522–527.

Ключові слова: технологічна система, надійність, ризик, дерево відмов, пригнічення бурого диму

Білянський С.О., магістрант (sergey.bilyanskiy@gmail.com)

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет), м. Покровськ, Україна

ЕТАПИ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ РЕЄСТРАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА

Сучасне виробництво являє собою складний організаційно-технологічний комплекс, який включає в себе одночасну обробку безліч різних параметрів за участю великого числа спеціалізованих одиниць обладнання, розташованих на різних виробничих ділянках. Для ефективної роботи виробництва потрібно забезпечити керування транспортними потоками, вести облік технологічно необхідного часу обробки і можливих тимчасових затримок, пов'язаних з виправленням можливих невідповідностей або збоїв в роботі технологічного обладнання, визначати пріоритети виготовлення, проводити моніторинг якості, збір статистики і т. п.

Система управління процесом виробництва повинна бути побудована таким чином, щоб забезпечити розумний компроміс між бажанням максимально завантажити наявне обладнання і необхідністю забезпечити короткий час виконання замовлення.

Для них характерною особливістю є оперативність. Це має на увазі, що система повинна базуватися на сучасних комп'ютерно-мережових технологіях, а складність вирішуваних завдань накладає вимогу "інтелектуальності" такої системи управління.

Окрім цього, системи управління повинні дозволити знизити трудомісткість обслуговування реєстрації, накопичувати статистику та зберігати й аналізувати її, а також підвищити точність обліку сумарних значень контрольних параметрів.

У 1970-1980-х роках у прикладній науці виник потужний напрям досліджень-розробка систем ситуаційного управління. При розробці подібних систем активно використовувалися теоретичні методи штучного інтелекту, теорії автоматів і нечіткої логіки.

Такі системи управління повинні бути неминуче відкритими. Вони повинні мати можливість коригувати свої знання про об'єкт і методи управління ним.

Принципи ситуаційного управління знайшли широку сферу застосування.

Однак, через потребу оптимізації більш складних виробничих процесів, були створені так звані mes-системи.

MES-системи являють собою комп'ютерно-мережові архітектури, що сприяють ефективному управлінню виробничим процесом. MES-системи надають інформацію, яка забезпечує оптимізацію виробництва об'єктів від стадії замовлення до випуску кінцевої продукції.

Використовуючи точний збір поточних даних, MES-система динамічно відстежує весь виробничий процес: ініціює операції, при необхідності оперативно втручається в процес і веде збір даних про нього. Функціонування систем забезпечує оперативне відстеження постійно мінливих умов і усунення зайвих витрат. MES-система здійснює необхідне інформаційне забезпечення для управління виробництвом в інтерактивному режимі.

MES Current Technology Model

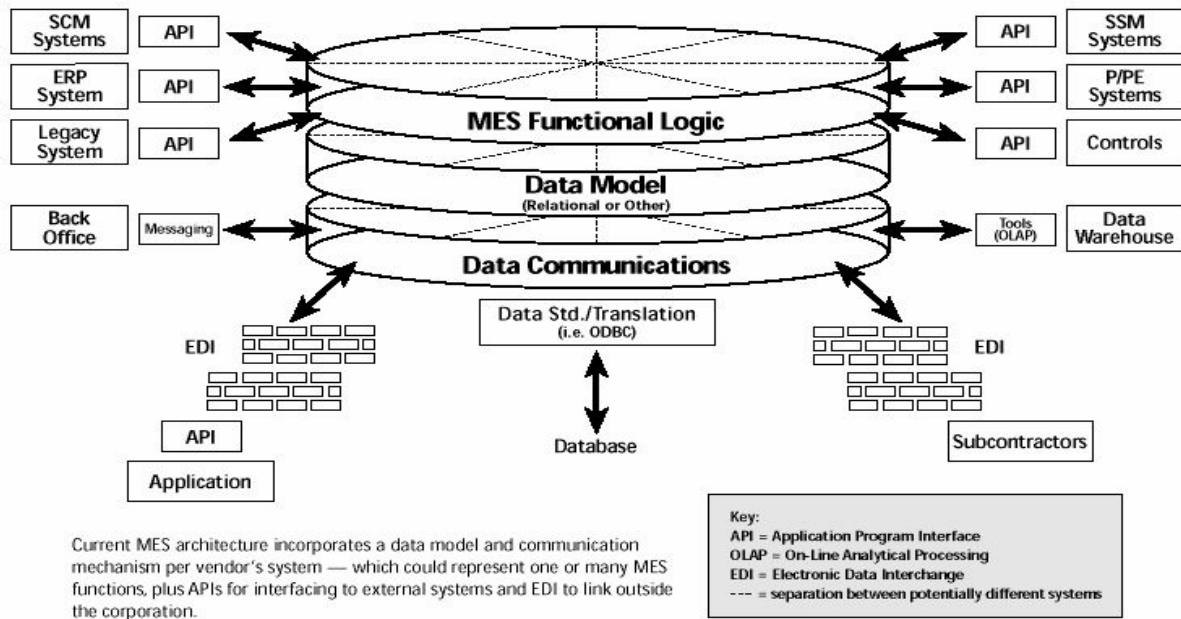


Рисунок 1 – Сучасна комп'ютерно-мережева архітектура MES-системи

Системи розробляються декількома фірмами. Вони об'єднані в асоціацію MESA. Ці фірми виготовляють різні набори програмних продуктів, відповідно до вимог підприємств-замовників.

На практиці застосування MES-системи демонструє зменшення тривалості виробничого циклу, зменшення паперового документообігу між змінами, зменшення дефектності виробленої продукції.

Для таких систем автоматизованого управління розробляються спеціальні програми. Вони повинні забезпечувати контроль і реєстрацію виробничого процесу, здійснювати управління черговістю виконання процесів на установках з тривалими операціями, формувати плановий термін для кожної операції обробки і стежити за його дотриманням, оцінювати втрати, з їх розкладанням на кожній ділянці для кожної зміни.

SCADA-системи якраз такі і призначені для здійснення моніторингу та диспетчерського контролю великого числа віддалених, або ж одного територіально розподіленого об'єкта.

Головне завдання SCADA-систем - це збір інформації про безліч віддалених об'єктів, що надходить з пунктів контролю, і відображення цієї інформації в єдиному диспетчерському центрі.

Однією з таких SCADA-систем є програмний пакет Intouch. Найбільш продавана система в світі забезпечує збільшення можливостей інженерного проектування і зростання технічної продуктивності, а також спрощення і прискорення процедури зміни, оновлення і модифікації.

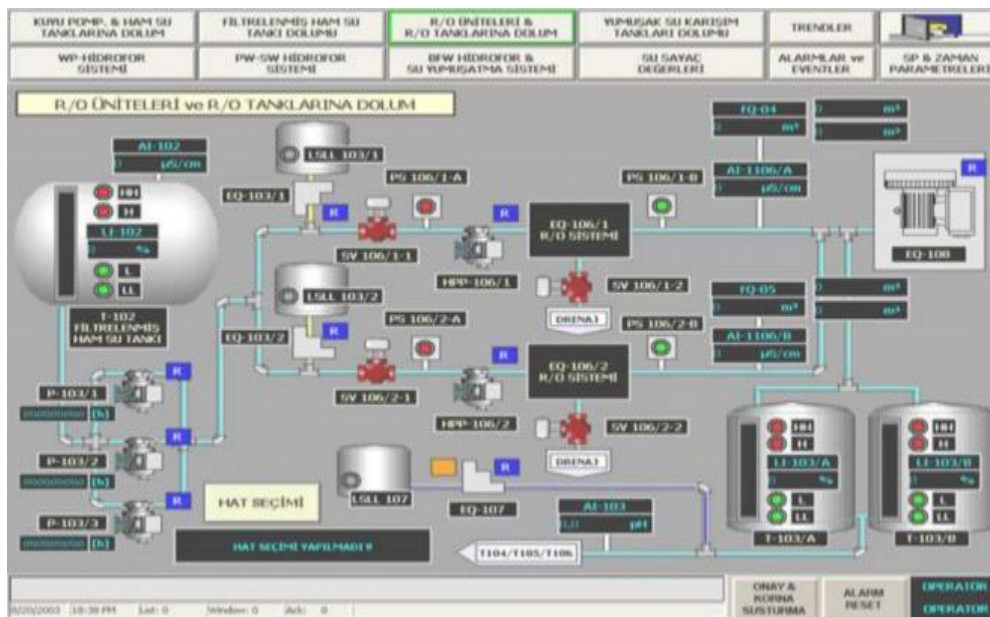


Рисунок 2 – Інтерфейс програмного пакету Intouch

На наступному етапі розробки системи необхідно визначитися з технічним комплексом обладнання.

Siemens пропонує надійні контролери, що відповідають різним вимогам, що висуваються до систем автоматизації. Для всіх контролерів характерні ефективна робота, висока продуктивність, інноваційна конструкція, надійна діагностика, вбудоване забезпечення безпеки і захисту даних, вбудовані технологічні функції, вбудований захист доступу. Це дозволяє забезпечувати високу гнучкість в розробці і впровадженні рішень автоматизації без необхідності постійно накопичувати більше знань і досвіду.

Після вибору програмного пакету і підбору комплектуючих датчиків, розробляються необхідні для роботи алгоритми.

Необхідно підкреслити, що розробка комп'ютерно-мережових систем управління виробничими процесами вельми актуальна для вітчизняної промисловості. І можливо, що розробляються АСУ ПП стануть базовими зразками для широкого класу "інтелектуальних" промислових систем управління.

Перелік посилань:

1. Поспелов Д.А. Ситуационное управление. Теория и практика. М.: Наука, 1986, 285 с.
2. Искусственный интеллект. - В 3-х кн. Справочник. М.: Радио и связь, 1990.
3. Денисенко В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. М: Горячая линия - Телеком, 2009, -608 с.
4. SCADA-системы: Взгляд изнутри / Андреев Е.Б., Куцевич Н.А., Синенко О.В. - М.: РТСофт, 2004. -176 с.
5. А.Локотков. Что должна уметь система SCADA // Современные технологии автоматизации, 1998, №3.

Воробйов Д.О., магістрант (dmytro.vorobiov.kitaer@donntu.edu.ua)

Лесіна Є.В., к.ф.-м.н., доц. (eugenia.lesina@donntu.edu.ua)

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна

РОЗРОБКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ «РОЗУМНИЙ ДІМ» ДЛЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ

Пристрої дозволяють регулювати температуру повітря, рівень освітленості, що забезпечують безпеку приміщень та дистанційне керування пристроями окремо затребувані і широко застосовуються людьми протягом багатьох років, проте в теперішній час рівень технологій дозволяє створювати комплексні системи управління, що поєднують в собі функції окремих пристроїв. Такі системи стають все більш поширені і доступні, завдяки тому, що вони дозволяють істотно знизити ризики і небезпечні фактори, що виникають в процесі життєдіяльності людини, зменшити витрати на електропостачання, а також підвищити рівень комфорту проживання в приміщенні.

Існуючі системи домашньої автоматизації використовують в якості центрального керуючого пристрою промислові контролери, що володіють високою вартістю і значними розмірами, і приділяють мало уваги питанню оптимізації застосовуваних систем автоматизації.

Сучасні системи «Розумний будинок» будуються навколо мікроконтролера, який здійснює управління всіма системами в залежності від заданих користувачем налаштувань і зовнішніх чинників. «Розумний будинок» управляє кліматом, освітлення, безпекою, а також забезпечує бездротовий зв'язок з користувачем за допомогою інтернету або мобільних мереж. Все це стало можливим завдяки масовому розвитку технологій інтелектуальних систем управління будинком, протоколів обміну даними, програмного забезпечення, мобільних пристроїв та швидкісного інтернету [1]. Мікроконтролер (англ. Micro Controller Unit, MCU) - мікросхема, яка поєднує на одному кристалі функції процесора і периферійних пристроїв, містить оперативне або постійний запам'ятовуючий пристрій. Під периферійними пристроями розумію таймери, генератори імпульсів, порти вводів / виводів (аналогові і дискретні), аналогово-цифрові перетворювачі [2]. Мікроконтролери є універсальними пристроями, на основі які можна спроектувати роботів, літальні апарати і багато іншого. Обчислювальних здібностей сучасних мікроконтролерів буде досить для виконання всіх завдань, що стоять перед системою домашньої автоматизації, а їх вартість і розміри значно менше, ніж у програмованих логічних контролерів.

Невід'ємною частиною проектування будь-якої автоматизованої системи є її моделювання. На цьому етапі розробки створюється модель системи і перевіряється її працездатність. В процесі моделювання відбувається аналіз системи, виділяються її сильні та слабкі сторони, відбувається коригування помилок і недоліків, так як головне завдання моделювання - це виявлення і усунення недоліків системи до створення фізичної моделі. Для виконання завдання моделювання автоматизованої системи «Розумний будинок» застосовується пакет програм для автоматизації проектування електронних схем Proteus VSM.

Proteus VSM має низку особливостей, які зробили його одним з найпопулярніших пакетів програм для автоматизованого проектування систем. У Proteus міститься велика кількість бібліотек компонентів, які містять більше 6000 різних мікропроцесорних і периферійних пристроїв, наприклад, мікроконтролерів Basic Stamp, AVR, Motorola, 8051, процесорів PIC, HC11, світлодіодні і рідкокристалічні індикатори, температурні датчики, годинник реального часу, кнопки, перемикачі, віртуальних портів, віртуальні вимірювальні прилади та інші. [3].

Система домашньої автоматизації «Розумний дім» володіє складною комплексною структурою. Вона зазвичай об'єднує в собі окремі підсистеми, кожна з яких відповідає за свою функцію: управління освітленням, клімат контроль, безпека і так далі. У загальному вигляді структура системи «Розумний дім» складається з двох основних складових: верхнього і нижнього рівнів. На рисунку 1 представлена типова схема «розумного будинку». Верхній рівень системи включає в себе наступні компоненти: центральний контролер, який обробляє надходять з датчиків і плат розширення сигнали, і виробляє керуючі сигнали на основі заданих користувачем параметрів. У нижній рівень входять датчики та виконавчі механізми системи [4].



Рисунок 1 - Типова схема системи «Розумний будинок»

Незалежно від компаній та застосовуваних технологій функції виконання «розумним будинком» можна розділити на чотири основні групи в залежності від їх функціонального призначення: управління світлом і електронавантаження, клімат-контроль, безпека і управління. Загальна функціональна структура розумного будинку наведена на рисунку 2.

У системах управління заснованих на мікроконтролерах основну роль грає програмне забезпечення, при розробці якого необхідно враховувати безліч факторів, що впливають на роботу системи. Правильно розроблена програма повинна гарантувати коректну працездатність всієї системи в різних ситуаціях, а також, що є основною метою, безпеку користувачів і персоналу, що обслуговує конкретну систему. Використання в роботі в якості головного керуючого пристрою багатфункціональної плати Arduino Mega 2560 дозволяє використовувати мову Arduino для написання програмного забезпечення системи управління, проте написання складних алгоритмів із застосуванням даного мови програмування

призводить до великих витрат ресурсів мікроконтролера, тому для оптимізації коду застосовується мова програмування C з використанням деяких функцій мови Arduino.



Рисунок 2 - Функціональна структура «розумного будинку»

Дане рішення дозволяє використовувати позитивні сторони обох мов і мінімізувати використання ресурсів контролера. Для налагодження алгоритму управління системи в приміщенні досить розглянути процеси та реакції системи, що відбуваються в межах одному кімнати, так як алгоритми для інших приміщень будуть аналогічними. Загальний алгоритм функціонування системи «Розумний будинок» представлено на рисунку 3.

Моделювання є невід'ємною частиною розробки будь-якої системи управління і дозволяє налагодити виконання основних завдань та функцій системи до етапу макетування. На даному етапі роботи проводиться моделювання основних функцій системи автоматизованого управління «Розумний будинок» в середовищі Proteus vsm. Незважаючи на постійне оновлення і розширення бібліотек, не всі обрані раніше датчики присутні в базі даних Proteus vsm. Внаслідок даної проблеми, замість відсутніх датчиків були використані елементи, що дозволяють симулювати принцип роботи відсутнього обладнання та відпрацювати алгоритми системи управління. Отримана модель системи «Розумного будинку» в середовищі Proteus vsm представлена на рисунку 4. В основі багатофункціональної плати Arduino Mega 2560 лежить 8-ми бітний мікроконтролер ATmega2560 фірми Atmel, який є центральним керуючим елементом системи «Розумний будинок» і служить в якості моделі плати Arduino.

Виведення інформації в доступному користувачеві форматі необхідний для налагодження і працездатності системи, тому в Proteus vsm була додана бібліотека, яка містить модуль обраний графічного LCD дисплея Nokia n5110 з дозволом 84x48, схема його підключення представлена на рисунку 5. На рисунку на дисплей відображаються задані користувачем параметри температури повітря і підлоги, дані значення задається за допомогою моделі матричної клавіатури.

Введення установок і управління системою здійснюється за допомогою матричної клавіатури, для цих цілей була складена модель матричної клавіатури 3x4, що містить 12 функціональних клавіш і представлена на рисунку 6.

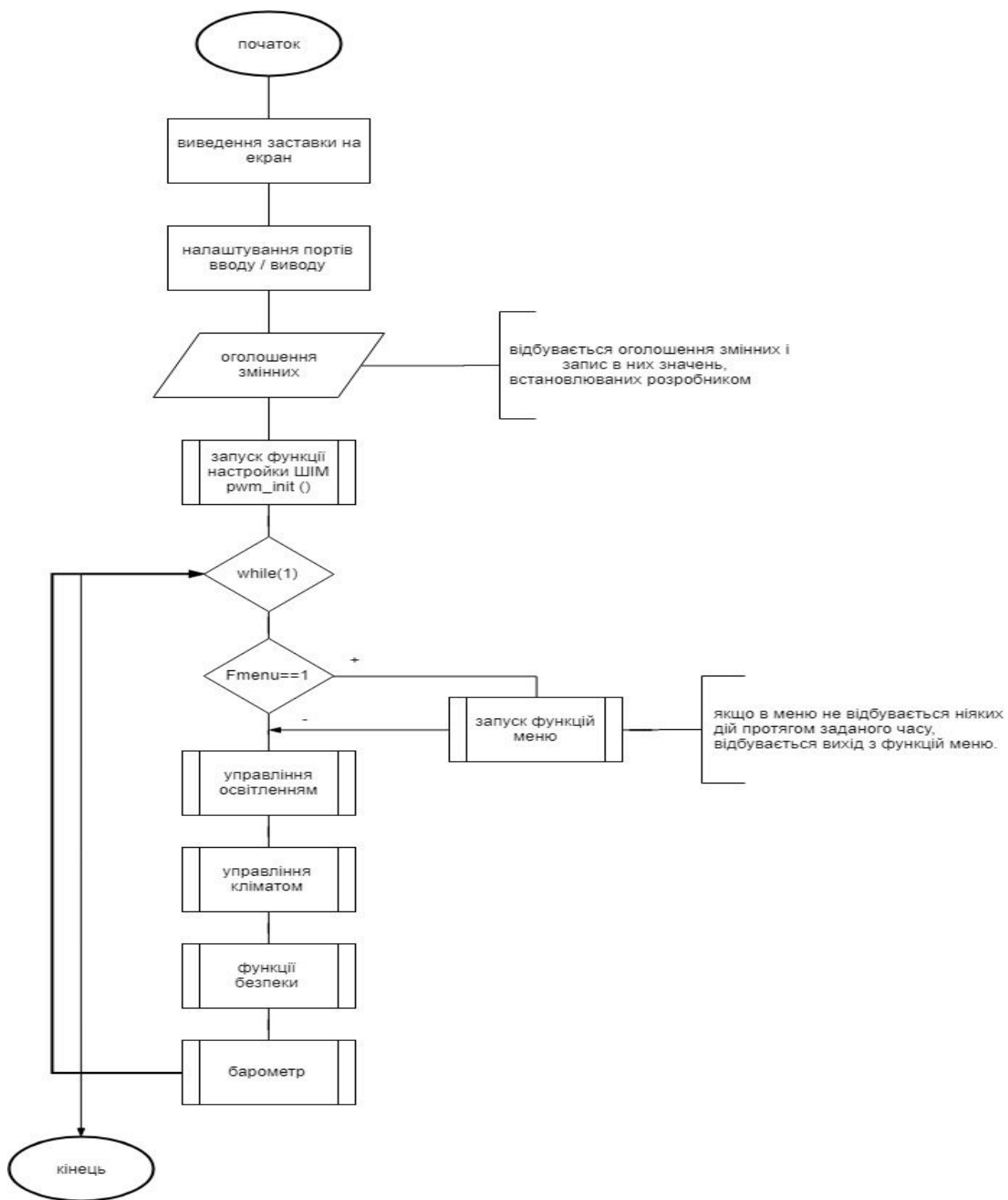


Рисунок 3 - Блок-схема загального алгоритму системи «Розумний будинок»

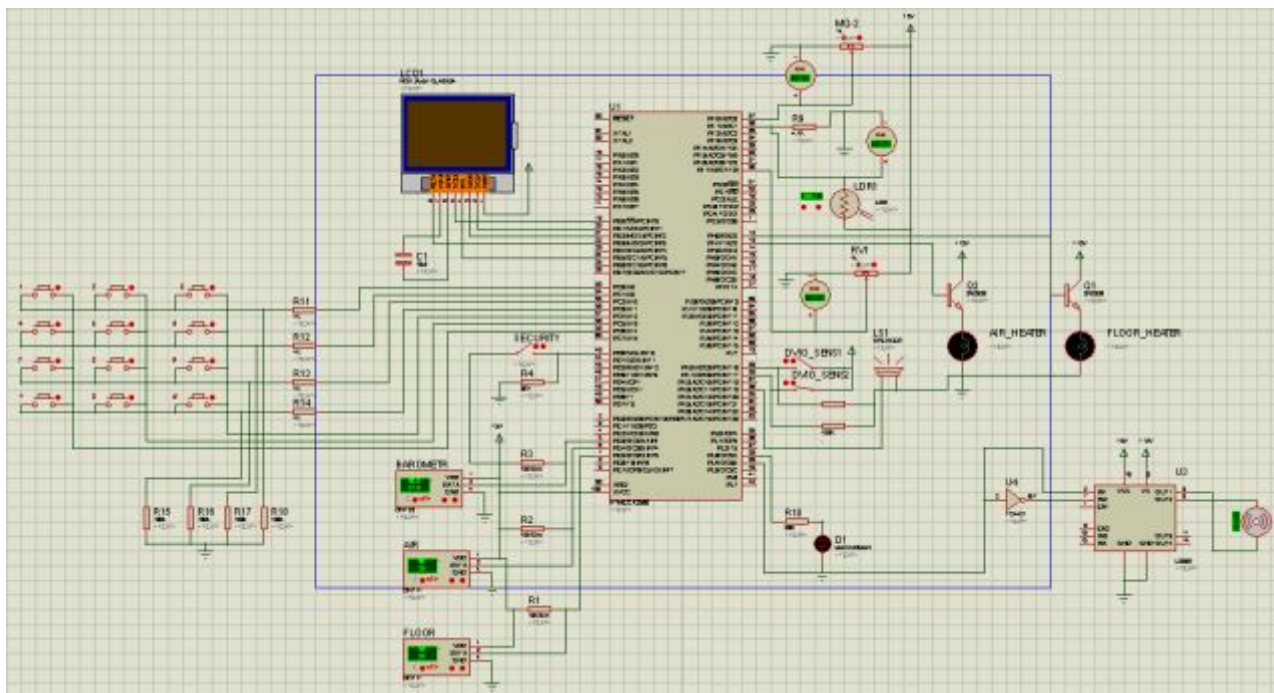


Рисунок 4 - Модель системи «Розумний будинок»

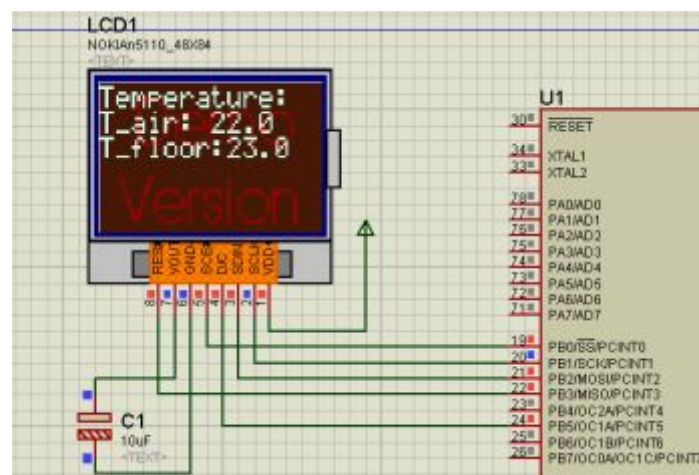


Рисунок 5 - Графічний дисплей Nokia n5110

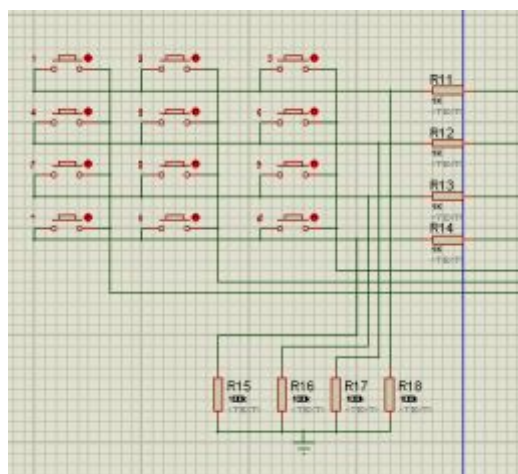


Рисунок 6 - Модель клавіатури

ІК датчики руху при спрацьовуванні видають сигнал високого рівня, тому для їх моделювання застосовуються ключі, зміною стану яких імітується спрацьовування датчиків. Освітлення включається тільки при спрацьовуванні хоча б одного датчика, тобто при замиканні ключа в моделі, це показано на рисунку 7.

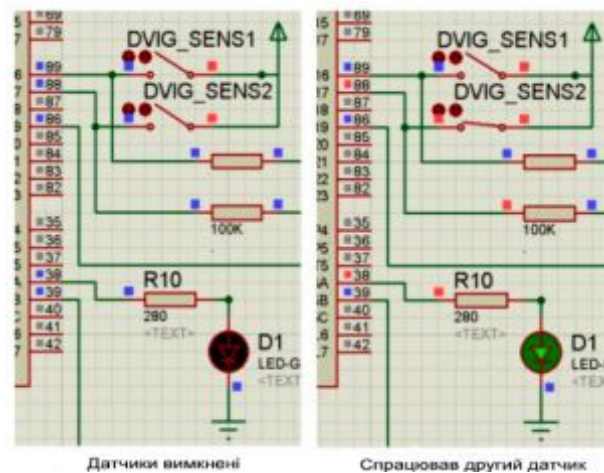


Рисунок 7 - Включення освітлення

Датчики руху застосовуються в функції безпеки, а саме при виявленні незаконного вторгнення в приміщення. Перехід в режим охорони здійснюється перемиканням ключа «SECURITY», тоді при спрацьовуванні хоча б одного з датчиків руху, на екран виводиться попередження «INTRUSION», як показано на рисунку 8 і лунає звуковий сигнал.

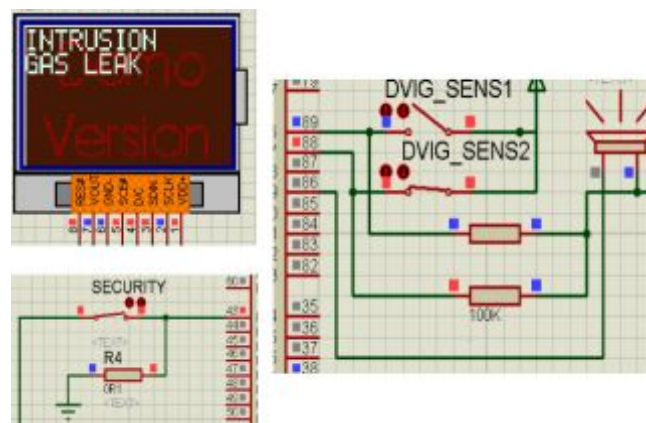


Рисунок 8 - Робота системи безпеки

Датчик диму MQ-2 видає аналоговий сигнал, тому його робота імітується потенціометром, яким змінюється напруга, що подається на аналоговий вхід мікроконтролера. Спрацьовування сигналізації відбувається при значення з датчика більше 124. Модель даного датчика представлена на рисунку 9.

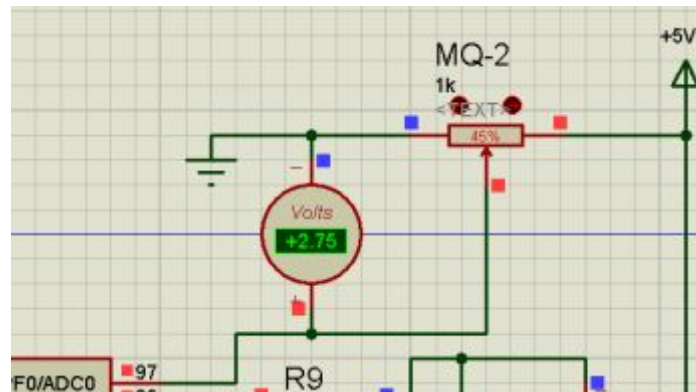


Рисунок 9 - Модель датчиків системи сигналізації та сирени

Таким чином, застосування програми Proteus vsm дозволило промодельовати кожну функцію системи «Розумний будинок», крім GSM-модуля. Моделювання дозволило усунути помилки в програмному забезпеченні, налагодити роботу основних функцій системи, а також скласти загальну картину, що розробляється.

Перелік посилань:

1. Компания Lovehome Automation Systems [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://smart-dom.narod.ru/smart_house/103.htm.
2. Микроконтроллеры семейства AVR [Електронний ресурс]. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: https://dep_kipra.pnzgu.ru/files/dep_kipra.pnzgu.ru/spravochnai_i_metodicheskai_literatyr/mikrokontrollery_avr.pdf.
3. PROTEUS [Електронний ресурс]. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: http://radio-hobby.org/uploads/journal/RVB/2013/RVB_2013_24.pdf.
4. Применение облачных технологий в системах умного дома [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://moluch.ru/archive/72/12306/>.

Ключові слова: розумний, будинок, автоматизація, arduino, датчик, мікроконтролер, моделювання, proteus.

Іванов В.О., магістрант (ivanov.vladz197@gmail.com).

Лесіна Є.В., к.ф.-м.н., доцент (eugenia.lesina@donntu.edu.ua)

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА У ЗЕРНОСУШАРЦІ

На сьогодні наша країна має буди дуже розвиненою державою у зернопереробній промисловості з сучасним та автоматизованим обладнанням, яке надасть змогу забезпечувати наше населення та експортувати в інші країни зернові продукти вищого ґатунку. Покращення виробничого процесу залежить від досконалості технічних, виробничих процесів та обладнання, рівню кваліфікації робітників обслуговуючих техніку та всі процеси. З цією метою необхідно розширяти матеріально-технічну базу по прийманню, обробці і зберіганню зерна. Нажаль, будівництво нових, вдосконалених підприємств потребує дуже великих обсягів капіталовкладень, що є для нашої країни досить складно на сьогоднішній день. Тож найкращим виходом з цієї ситуації є модернізація або реконструкцію багатьох існуючих підприємств України для покращення обробки та зберігання зернових та соняшникових культур.

В роботі наведено огляд модернізації та реконструкції зерносушарки моделі «ДСП-32ВТ», за допомогою якої буде здійснюватись в автоматичному режимі збір даних і контроль рівномірної сушки вологих зернових та соняшникових культур, а також це надасть змогу покращити якість зерна.

На основі опису технологічного процесу розробимо структурну схему (рисунок 1) системи автоматичного управління зняття даних температури з зерносушарки «ДСП-32 ВТ».

На структурній схемі були використані наступні позначення:

- ПК – комп'ютер оператора,
- БПІ55 - перетворювач інтерфейсів,
- ОВЕН ДТСхх5М-И – датчик температури,
- МК ОВЕН УКТ-38-В – мікроконтролер контролю температури,
- БЖ- блок живлення,
- RS-232C - інтерфейс підключення.

З кожного датчика, розташованого в топці, першій зоні сушіння, другій зоні сушіння та зоні охолодження зерносушарки, сигнал у діапазоні 4-20мА надходить на мікроконтролер МК ОВЕН УКТ-38-В. Мікроконтролер приймає та обробляє інформацію, яка надійшла з датчиків, та переправляє її до БПІ-55, по лінії RS232c, інтерфейсу зв'язку між мікроконтролером, датчиками та перетворювачем інтерфейсу. З БПІ-55 оброблена інформація поступає на ПК, який слідує за процесом сушіння. Мікроконтролер та БПІ-55 запитані напругою блоку живлення БЖ.

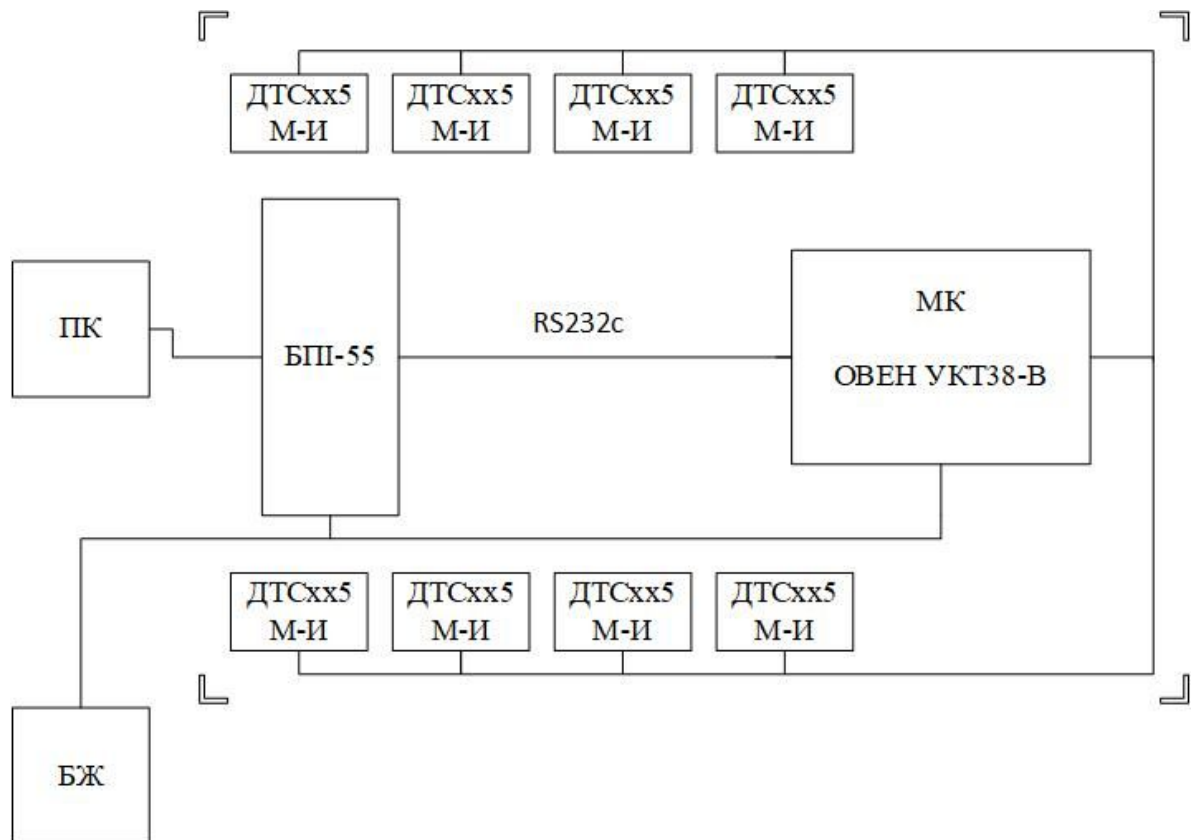


Рисунок 1 – Структурна схема системи автоматичного управління температурою в сушках

Опишемо алгоритм роботи датчиків (макрос вимірювання температурою):

```

#include "includes.c"
void FCM_izmerenie
{
    FCD_One_Wire0_o_scanbus(); //сканування шини
    FCV_B = FCD_One_Wire0_o_get_deviccount(); //опитування та вивід
інформації про кількість датчиків на лінії
    FCD_One_Wire0_DS1820_start_conversion(); //початок опитування датчиків
    FCD_One_Wire0_o_read_device(FCV_NUMBER); //опитування датчика за
порядковим номером
    FCV_TEMP = FCD_One_Wire0_DS1820_get_temp(); //виведення та збереження
інформації з датчика
}.

```

В цьому програмному коді виконуються наступні дії. Коли починається процес сушіння, контролер починає сканування шини. Далі робить аналіз про кількість підключених датчиків до лінії. Потім починає опитувати датчики за номером, який вкаже оператор, або всі по черзі. Останнім етапом є виведення отриманих даних температури на термінал або монітор оператора. Блок-схема алгоритму зазначена на рисунку 2.



Рисунок 2 – Блок-схема макросу роботи датчиків

Опишемо алгоритм роботи системи автоматичного контролю сушаркою:

```

{
FCM_izmerenie(); //визиваємо макрос вимірювання
FCV_NUMBER = FCV_NUMBER + 1; //перелік приладів
if (FCV_NUMBER == FCV_B) //кількість приладів на лінії
{
FCV_NUMBER = 0; //після опитування всіх датчиків цикл обнуляється
}
FCV_T = flt_fromi(FCV_TEMP);
FCV_T = flt_div(FCV_T, 16);
FCI_TOSTRING(FCV_B, FCV_STRINGB, FCSZ_STRINGB);
FCI_FLOAT_TO_STRING(FCV_T, 6, FCV_STRINGC, FCSZ_STRINGC);
FCI_LEFTSTRING(FCV_STRINGC, FCSZ_STRINGC,
FCV_STRINGC, FCSZ_STRINGC);
FCI_TOSTRING(FCV_NUMBER, FCV_STRINGE, FCSZ_STRINGE);
//процес опитування датчиків
FCD_RS2320_SendRS232String("N=", 2);
FCD_RS2320_SendRS232String(FCV_STRINGB, FCSZ_STRINGB);
FCD_RS2320_SendRS232String(" temp=", 6);
FCD_RS2320_SendRS232String(FCV_STRINGC, FCSZ_STRINGC);
FCD_RS2320_SendRS232String(" num", 4);
FCD_RS2320_SendRS232String(FCV_STRINGE, FCSZ_STRINGE);
FCD_RS2320_SendRS232Char(0x0D);

```

4,

```
//команди відправки в ком порт
delay_ms(200);//пауза
}.
```

Розглянемо роботу алгоритму системи автоматичного контролю сушаркою. Запускаємо процес. While 1 – задаємо змінні, CallMacro: izmerenie() – визиваємо макрос вимірювання, number = number + 1 – здійснюємо перелік приладів, if number = b? – кількість приладів на лінії. Як тільки number буде дорівнювати кількості приладів, то цикл повернеться в початкове положення number = 0 та почне рахунок спочатку. Далі йде калькуляція для виводу інформації на СОМ-порт.

Інформація, яка поступає з датчика, така, що на 1°C/°F приходить 16bit інформації, тому для того, щоб вивести реальну температуру, виконуємо команду $T = T / 16$ (ділимо отримані з датчика значення на 16). Далі йде вивід інформації на термінал або монітор оператора. На рисунку 3 представлені результати опитування вісьмох датчиків температури, де N = 8 – кількість підключених датчиків, temp – виміряна температура датчика, num 0...7 – номер опитаного датчика.

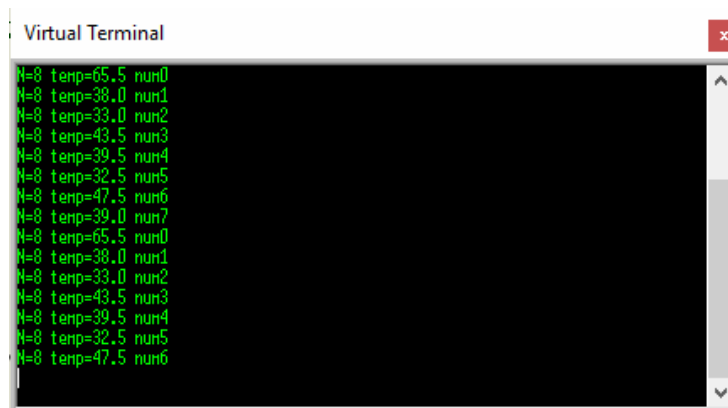


Рисунок 3 – Дані, оброблені мікроконтролером

Отже, в роботі був розроблений алгоритм роботи системи автоматичного контролю температурою в сушарці за допомогою датчиків. Програмний код був написаний за допомогою програми Flowcode. Також за допомогою програми Proteus було перевірено роботу мікроконтролеру.

Перелік посилань:

1. Микроконтроллеры семейства AVR [Електронний ресурс]. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: https://dep_kipra.pnzgu.ru/files/dep_kipra.pnzgu.ru/spravochnai_i_metodicheskai_literatyr/mikrokontrollery_avr.pdf.

2. PROTEUS [Електронний ресурс]. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: http://radio-hobby.org/uploads/journal/RVB/2013/RVB_2013_24.pdf.

Ключові слова: система автоматичного управління, цифро-аналоговий перетворювач, вхідні пристрої, логічні пристрої, коефіцієнт корисної дії, мікроконтролер.

Удинська А.Р., студентка (an.udinskaya@gmail.com)

Ступак Г.В., викладач (stupakgv@gmail.com)

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна

РОЗПОДІЛЕНИЙ МЕХАНІЗМ БЕЗПЕКИ ДЛЯ СИСТЕМ INTERNET OF THINGS

Актуальність. Завдяки широкому поширенню бездротових технологій і міжмашинного обміну, виникнення технології хмарних обчислень і початку переходу на IPv6 в останні отримала розвиток концепція Інтернет речей IoT (Internet of Things). IoT є новим кроком в технологічному прогресі. Інтернет речей дозволяє людям і «речам» з'єднатися в будь-який час і в будь-якому місці, використовуючи різні мережі зв'язку. Однією з складних задач у розвитку концепції Інтернет речей (IoT) у багатьох додатках є складні проблеми забезпечення інформаційної безпеки в широкому спектрі захисту від загроз зловмисника. Ці проблеми є особливо актуальними, оскільки прогнозується зростання потреби користувачів в IoT.[1]. Існує достатньо небагато механізмів інформаційної безпеки у мережах IoT. Тому далі буде запропоновано один з таких механізмів, а саме - механізм розподіленої безпеки (Distributed Security Mechanism, DSM).

Концептуальне проектування. Пропоноване проектування охоплює три компоненти IoT: пристрій IoT, шлюз WSN і веб-сервер. Пропоноване рішення захищає передачу даних в пристроях IoT з використанням симетричного шифрування AES-128 для даних між пристроєм IoT і шлюзом WSN. Потім дані форматуються в JavaScript Object Notation (JSON) і відправляються у вигляді CoAP або HTTP-POST на шлюз WSN. Бездротовий зв'язок між пристроєм IoT і шлюзом захищено на рівні DataLink з використанням бездротових стандартів, таких як IEEE 802.15.4, і протоколів, таких як бездротова персональна мережа LowPower (6LoWPAN), які здатні підтримувати AES128-бітове симетричне шифрування. За допомогою загального ключа PSK тільки авторизовані пристрої підключаються до мережі і можуть отримувати трафік.

Пристрій для забезпечення безпеки шлюзу WSN. Безпека може бути досягнута за допомогою апаратного симетричного шифрування в каналному рівні (DLL). Бездротова передача може бути забезпечена за допомогою інтерфейсних модулів ZigBee або 6LoWPAN. При підключенні до мережі пристрої захищаються за допомогою PSK, який встановлюється на кожному авторизованому пристрої, і він необхідний для ініціювання зв'язку між шлюзом WSN і пристроєм IoT (Рисунок 1). Будь-які авторизовані пристрої не зможуть розшифрувати дані без правильного PSK.

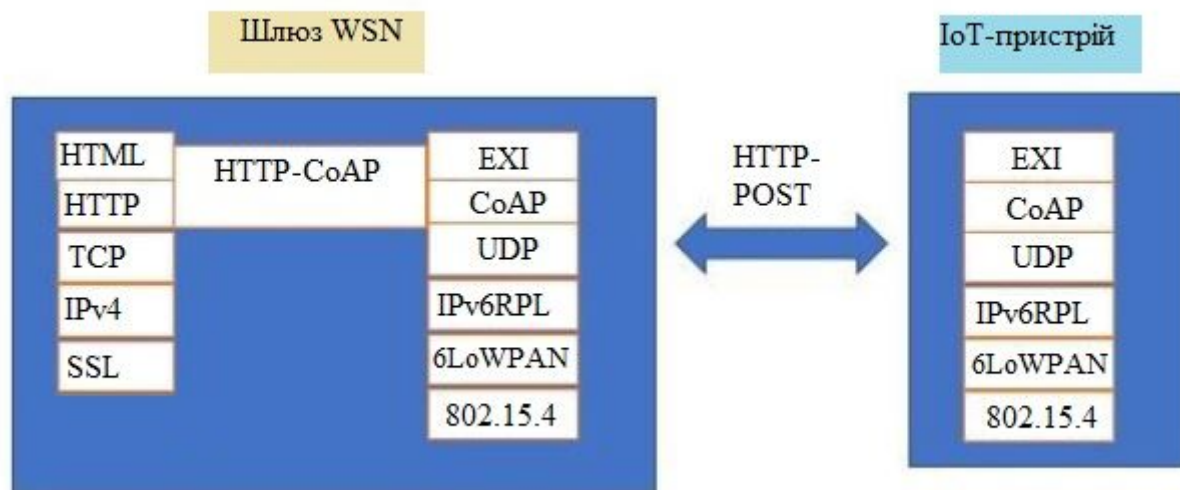


Рисунок 1 – Зв'язок між пристроєм IoT та WSN-шлюзом

Конфіденційність забезпечується між пристроєм IoT і одержувачем шляхом шифрування даних на рівні об'єкта. Конфіденційність забезпечується між пристроєм IoT і одержувачем шляхом шифрування даних на рівні об'єкта. Об'єкти в цьому контексті відносяться до набору інформації, яка була відформатована таким чином, щоб її можна було прочитати людиною. Для Web існують різні формати, включаючи JSON і XML. Цей рівень шифрування використовується в якості основного рівня захисту, і його можна комбінувати з бездротовою безпекою для більш надійного захисту між пристроєм IoT і шлюзом WSN. Він працює як другий рівень захисту в разі злому бездротової мережі. Безпека застосовується на каналному рівні (DLL) у вигляді апаратного шифрування AES, захищеного PSK. Другий рівень безпеки, застосовується тільки до вмісту об'єкта даних. Адресна і вихідна інформація не залишається зашифрованою на цьому рівні. Об'єкт даних шифрується симетричним ключем, який надається тільки серверу, тому ніякі посередники не зможуть розшифрувати дані.

WSN-шлюз для інтернет-безпеки. Шлюзи WSN - це пристрої з достатньою кількістю ресурсів для запуску операційних систем і протоколів, необхідних для безпечної передачі трафіку через Інтернет. Шлюз WSN може приймати форму мікрокомп'ютера з операційною системою на основі Linux. Шлюз має достатньо ресурсів для застосування складних протоколів безпеки і зв'язку, які не можуть підтримуватися пристроями IoT. Як тільки дані отримані шлюзом, вони обробляються і підготовляються для передачі на віддалений сервер. Шлюз налаштований за допомогою інструментів SSL, які використовуються для створення безпечного HTTPS-з'єднання між шлюзом та сервером. Шлюз може переадресовувати захищене з'єднання на сервер через Інтернет, використовуючи налаштований рівень захищених сокетів (Рисунок 2).

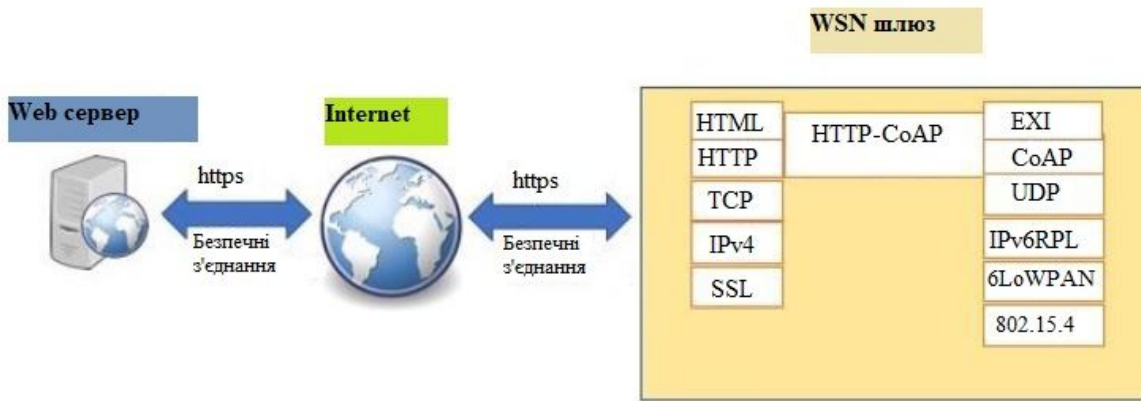


Рисунок 2 - WSN-шлюз для інтернет-безпеки

Шлюз виступає в якості проміжної ланки з багатьма ресурсами для підтримки цих заходів безпеки і захисту даних перед їх відправкою через Інтернет. Дані, надіслані з пристрою IoT, будуть відправлені на шлюз з використанням таких протоколів, як CoAP і HTTP, і відправлені через Інтернет по протоколу HTTPS (HTTP через TLS) на веб-сервер. У пропонованому механізмі безпеки корисне навантаження пакетів форматується як об'єкт JSON і шифрується з використанням 128-бітного симетричного шифрування AES. Цей об'єкт даних буде існувати всередині корисного навантаження передачі, в той час як інформація заголовка пакета, така як адреса джерела і адресата, залишається незашифрованою. Об'єкт JSON не може бути прочитаний шлюзом або будь-яким іншим об'єктом, крім передбачуваного місця призначення. Аналогічним чином, якщо сервер відправляє команду назад на пристрій, об'єкт даних шифрується з використанням попередньо загального симетричного ключа і пересилається на пристрій для розшифровки. Безпека застосовується на каналному рівні в вигляді апаратного шифрування AES, захищеного PSK. Тільки авторизовані пристрої повинні володіти PSK.

Безпека веб-сервера. Передані повідомлення на сервер зашифровані відкритим ключем сервера, який встановлений в шлюзі. Тільки сервер може дешифрувати повідомлення, використовуючи відповідний закритий ключ. Закритий ключ знаходиться на сервері і не передається ніяким іншим пристроям. Детальна блок-схема пропонованого механізму безпеки з відповідними послідовними процесами, які зіставлені з трьома компонентами системи IoT, показана на Рисунку 3. Як тільки пакети HTTPS отримані від сервера, вони дешифруються з використанням закритого ключа. Потім зашифрований об'єкт даних може бути розшифрований з використанням симетричного секретного ключа від вихідного пристрою.

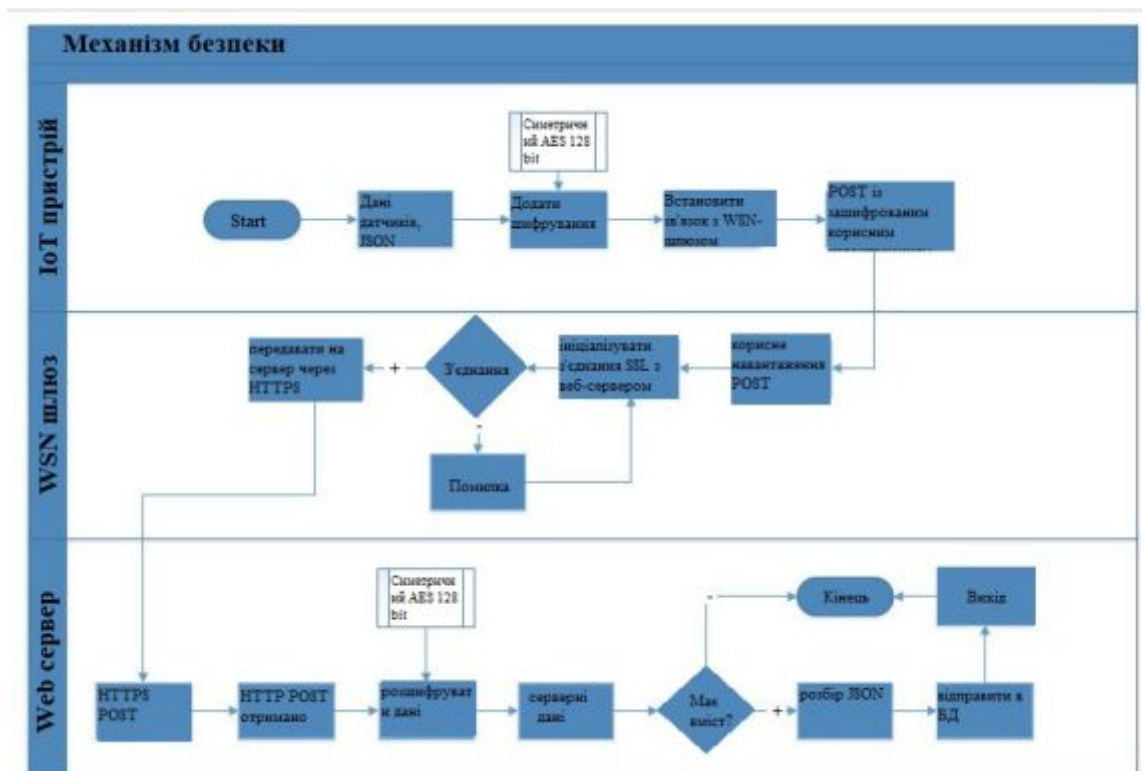


Рисунок 3 – Блок-схема механізму безпеки з відповідними послідовними процесами, які зіставлені з трьома компонентами системи IoT

Якщо ключ присутній лише на одному пристрої IoT та сервері, його можна використовувати для аутентифікації даних, отриманих від будь-якої сторони. Якщо ключ поділяється на декілька пристроїв, то пристрої аутентифікуються як частина групи. Цей сценарій підтримує конфіденційність даних IoT кожного разу, коли вони передаються через загальнодоступну мережу.

Подальша робота. В майбутньому планується дослідити більше механізмів забезпечення інформаційної безпеки в системах IoT, а також впровадження цих механізмів на фізичному рівні.

Перелік посилань:

1. Круз Л. Интернет вещей и информационная безопасность: защита информации // Инсайд. 2013. № 6. С. 60–61.
2. Ивлиев С. Н. Предварительный анализ технической защищенности системы дистанционного образования (на материале Мордовского государственного университета) // Интеграция образования. 2012. № 4 (69). С. 27–31.
3. Ивлиев С. Н. Решение вопросов технической защиты информации в системе дистанционного образования Мордовского государственного университета // Отраслевые аспекты технических наук. 2012. № 6 (18). С. 13–16.

Ключові слова: інформаційна безпека, розподілена безпека, механізм, шлюз, шифрування

ЗМІСТ

Попіль О.С., Бурлака О.М. МОНІТОРИНГ СТАНУ ШАХТНОЇ АТМОСФЕРИ, ЗА ДОПОМОГОЮ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ	3
Марченко С.М., Сотнік О.А., Крамарь О.О., Сірік Д.Д. МОДЕЛЮВАННЯ ТА АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЦИФРОВОГО МОДУЛЯТОРА ЧАСТОТНО-МОДУЛІРОВАНОГО КОЛИВАННЯ	6
Тіссен О.С. ОСОБЛИВІ ФУНКЦІЇ МЕРЕЖЕВОГО СЕРВІСУ В МЕРЕЖЕВИХ ВУЗЛАХ З ПІДТРИМКОЮ SDN	9
Журавлєв В.А., Бурлака А.Н. СИСТЕМА ПОЗИЦІОНУВАННЯ ПЕРСОНАЛУ. РЕШЕННЯ ПРОБЛЕМ ВИДАЧИ, АКТИВАЦІЇ, ХРАНЕННЯ І ЗАРЯДКИ МЕТОК	13
Старіковський О.А. РЕАЛІЗАЦІЯ БЕЗДРОТОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗВ'ЯЗКУ В УМОВАХ ПІДЗЕМНОЇ РОБОТИ ГІРНИЧО-ВИДИБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	18
Лабузова А.М., Воропаєва А.О. ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ МАГІСТРАЛЬНИХ КОНВЕЄРНИХ ЛІНІЙ З МОЖЛИВІСТЮ УПРАВЛІННЯ З ПОВЕРХНІ ШАХТИ НА БАЗІ В УМОВАХ ПРАТ ШУ «ПОКРОВСЬКЕ	23
Боричевський В.В., Лактіонов І.С. МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ Й КЕРУВАННЯ ШТУЧНИМ ДОСВІЧУВАННЯМ ТЕПЛИЧНИХ КУЛЬТУР НА БАЗІ MATLAB & SIMULINK FOR FUZZY LOGIC TOOLBOX	29
Єлагіна К.С., Воропаєва В.Я. АНАЛІЗ СИСТЕМ РОЗПІЗНАВАННЯ МОВИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОБОТИ CALL-ЦЕНТРІВ	33
С'янов О.М., Косухіна О.С., Кулик М.В., Косухін О.В. КОНСТРУКТИВНІ МЕТОДИ ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ В АСИНХРОННИХ ДВИГУНАХ ПРИ ЖИВЛЕННІ ВІД ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ	36
Климов О.О., Бурлака О.М. СИСТЕМА ПОЗИЦІОНУВАННЯ ПЕРСОНАЛУ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ LORA	42
Остренко. Д.О., Колларов О.Ю. ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ З МЕТОЮ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ДІАГНОСТИКИ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ	45
Ялова К.М., Рубанніков М.В. ПОБУДОВА ДЕРЕВА ВІДМОВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ НАЙДІЙНОСТІ СИСТЕМИ ПРИГНІЧЕННЯ БУРОГО ДИМУ	48
Білянський С.О. ЕТАПИ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ РЕЄСТРАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА	53
Воробйов Д.О., Лесіна Є.В. РОЗРОБКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ «РОЗУМНИЙ ДІМ» ДЛЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ	56
Іванов В.О., Лесіна Є.В. РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА У ЗЕРНОСУШАРЦІ	63
Удинська А.Р., Ступак Г.В. РОЗПОДІЛЕНИЙ МЕХАНІЗМ БЕЗПЕКИ ДЛЯ СИСТЕМ INTERNET OF THINGS	67