

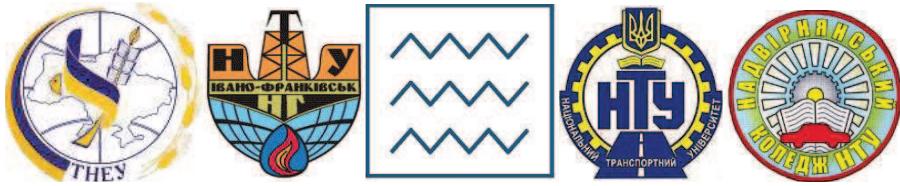
АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ

*проблемно-наукова міжгалузева
конференція молодих науковців
аспірантів та студентів*

20-22 лютого 2020

м. Тернопіль

2020



**ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАФТИ І ГАЗУ**
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАДВІРНЯНСЬКИЙ КОЛЕДЖ НТУ

Проблемно-наукова міжгалузева конференція

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ
ТЕХНОЛОГІЇ**
(AKIT – 2020)

20—22 лютого 2020 року

Тернопіль

Збірник матеріалів проблемно-наукової міжгалузевої конференції «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології» (АКІТ - 2020), Тернопіль, 2020. -156 с.

Редакційна колегія:

Ніколайчук Я.М. – академік Міжнародної академії інформатики доктор технічних наук, професор ТНЕУ.

Дмитрієв М.М. – доктор технічних наук, професор, перший проректор – проректор з наукової роботи НТУ.

Нагорний Р.В. – директор Надвірнянського коледжу НТУ.

Ніколайчук Л.М. – кандидат юридичних наук, кафедра суспільних наук ІФНТУНГ.

Воронич А.Р. - кандидат технічних наук, доцент, директор центру міжнародного співробітництва ІФНТУНГ.

Яцків В.В. - доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри кібербезпеки ТНЕУ.

Якименко І.З - кандидат технічних наук, доцент, заступник декана факультету комп’ютерних інформаційних технологій ТНЕУ.

Сидор А.І. - кандидат технічних наук, кафедра обчислювальної техніки НУВГП.

Сегін А.І.- кандидат технічних наук, доцент, кафедра СКС ТНЕУ.

Пітух І.Р.- кандидат технічних наук, доцент, кафедра СКС ТНЕУ.

Возна Н.Я.- кандидат технічних наук, доцент, кафедра СКС ТНЕУ.

Заставний О.М.- кандидат технічних наук, кафедра СКС ТНЕУ.

Гуменний П.В.- кандидат технічних наук, кафедра СКС ТНЕУ.

Албанський І.Б.- кандидат технічних наук, кафедра СКС ТНЕУ.

Івасьєв С.В.- кандидат технічних наук, кафедра кібербезпеки ТНЕУ.

Волинський О.І.- кандидат технічних наук, Надвірнянський коледж НТУ.

Редактор коректор: Гуменний П.В.

Технічний редактор: Давлетова А.Я.

Адреса редакції:

Тернопільський національний економічний університет
кафедра СКС
вул. Чехова 8, м. Тернопіль 46003

Контактний телефон
тел. (0352) 50-17-87

ЗМІСТ

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Воротилко С.В., Возна Н.Я		7
СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ		
Глов'як Н.В., Николайчук Я.М.		11
СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ УПРАВЛІНЯ ТЕМПЕРАТУРНИМ РЕЖИМОМ ПЕЧІ ДЛЯ ВАРИННЯ СКЛА		
Крушельницький О.А.		15
ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕВАГ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОСВІТЛЕННЯМ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ		
Лазарець І.В.		19
ОПТИМІЗАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ		
Люлько В.О., Шпак В.Б.		23
ОПТИМІЗАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПОЛИВУ РОСЛИН В ТЕПЛИЦІ		
Лукашик М.А.		27
ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ПЛАТНОГО ПАРКУВАННЯ		
Радовець Ю.І.		31
ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ПИТНОЇ ВОДИ		
Сворак С.О.		35
СИНТЕЗ КОНТУРІВ РЕГУЛЮВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕРМІЧНОЮ УТИЛІЗАЦІЄЮ ВІДХОДІВ		
Грига В.В.		39
РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ПИВОВАРІННЯ		
Колодій В.С., Мудрий В.В., Ткачук П.В.		43
ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ УСТАНОВОК КЛІМАТ-КОНТРОЛЮ		
Денисов С.В., Галущак В.О., Вдовиченко В.А.		48
МОДЕлювання та розрахунок параметрів системи автоматичного управління дробленням руди		
Мельничук Д.С., Горда Д.В., Когут С.В.		55
ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕМПЕРАТУРНИМ РЕЖИМОМ ПЕЧІ ПІРОЛІЗУ		
Гуменний П.В., Щур І.В., Сливчук Т.С.		62
СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ КОГЕНЕРАЦІЙНИМ ОПАЛЕННЯМ НА ОСНОВІ ВЕРТИКАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ		

МІКРОПРОЦЕСОРНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

Гогирчак М.Ю. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОНОМНОГО КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЕМ	68
Загорулько А.А., Яковів В.І. ПРОЕКТУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТЕПЛОВЕНТИЛЯТОРОМ	72
Іщук Б.І., Пітух І.Р. РОЗРОБКА МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ПРИСТРОЮ СТИСНЕННЯ ОБ'ЄМІВ ЦИФРОВОЇ ВІДЕОІНФОРМАЦІЇ	76
Попик М.І., Безух Т.В., Гринчук А.М. СТРУКТУРНА СХЕМА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНОМ НА ОСНОВІ CAN-КОНТРОЛЕРА	80
Макара О.В., Фандзига Г.С., Войтенко О.О. УПРАВЛІННЯ ЗАВАНТАЖЕНІСТЮ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ ПРИОРИТЕТНОГО КОНТРОЛЕРА	82
Голод Ю.В., Абрамчук О.Й., Гурик О.М., Максим'юк А.І. ЯДРО КОНТРОЛЕРА КЕРУВАННЯ ПОТОКАМИ АУДІОДАНИХ	84
Кравець Р.Б., Шкодич О.В., Заставний О.М. ОПТИМІЗАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ	86

СПЕЦІАЛІЗОВАНІ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ

Патрай Ю.В. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ВДОСКОНАЛЕННЯ ОХОРОННО- ПОЖЕЖНИХ СИГНАЛІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМ	90
Макогін В.Б. РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УПРАВЛІННЯ ЦИФРОВИМИ ПОТОКАМИ	94
Кишеня М.М., Возняк В.С. СПЕЦІАЛІЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ І КЕРУВАННЯ КУРСОВОЮ СТІЙКІСТЮ АВТОМОБІЛЯ	98
Савіцький Т.Д., Любасюк П.В., Головацький П.С. АЛГОРИТМ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ПЛАТФОРМАМИ	102
Кулініч М.О., Кирильчук Р.О., Албанський І.Б. АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ДОСТУПОМ В ГРОМАДСЬКИХ ТА ЖИЛОВИХ ПРИМІЩЕННЯХ	104
Касянчук М.М., Вітенко О.В., Юрчишин І.О., Волошин К.В. СТРУКТУРНА СХЕМА СИСТЕМИ ЗБОРУ ТА ПОПЕРЕДНЬОГО ОПРАЦЮВАННЯ ГЕОФІЗИЧНИХ ДАНИХ	109
Поліщук А.М., Шкодич О.В. ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ АГРОФІРМИ	111

Шанайда Т.С., Когут С.В., Сегін А.І.	115
ВДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЮ МЕТРОПОЛІТЕНУ	
Гевко Н.І., Меленчук Л.І., Шкіра Ю.Р.	119
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБІВ СТВОРЕННЯ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ	
БЕЗПЕКА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	
Барський А.Р., Давлетова А.Я.	123
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ БЕЗПЕЧНОГО ВІДДАЛЕНОГО ДОСТУПУ ДО ОБ'ЄКТІВ УПРАВЛІННЯ	
Яковчук С.В., Концевич Г.О., Сеньків Г.В., Сеньків І.А.	128
СИСТЕМА КОДУВАННЯ ДВОКАСКАДНИМ КОДОМ НА ОСНОВІ СИГНАЛЬНОГО ПРОЦЕСОРА	
Товпига В.М., Пилипів С.І., Стоян А.Г.	130
АЛГОРИТМ ЗАХИЩЕНОГО ОБМІNU ПОВІДОМЛЕННЯМИ ПІД ЧАС РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОТОКОЛУ ПОКУПКИ	
Потомський Н.С., Макара Н.Й., Лісковецький Д.В.	132
МЕТОД УСУНЕННЯ ЗАВАД ВІД РОЗСИНХРОНІЗАЦІЇ В КОМП'ЮТЕРНІЙ МЕРЕЖІ	
Сторожук В.В., Пастушенко В.М., Павловський С., Куць Т.І., Куць І.С.	134
ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ ЕЛЕКТРОННО-ЦИФРОВОГО ПІДПИСУ НА ОСНОВІ ЕЛІПТИЧНИХ КРИВИХ	
Якименко І.З., Касянчук М.М., Філіпович М.В., Ткачук М.О., Коцій О.В.	141
ЗМЕНШЕННЯ ЧАСОВОЇ СКЛАДНОСТІ БАЗОЇ ОПЕРАЦІЇ АЛГОРИТМУ ШИФРУВАННЯ ЕЛЬ-ГАМАЛЯ	
Котик Д.М., Подзвінний В.В.	146
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ СТЕГАНОГРАФІЇ НА ОСНОВІ АЛГОРИТМУ LSB	
Коваль О.І., Биковий П.Є, Архитко О.В., Бодак С.В., Тихоліз М.В.	150
ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ВАРТИСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ТРИВОЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ	

СЕКЦІЯ 1

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

УДК 681.314

Воротилко С.В.¹, Возна Н.Я.¹

¹Тернопільський національний економічний університет

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ

Вступ. Існуючі системи автоматизації технологічних випікання борошняних виробів не забезпечують оперативного комплексного реагування на швидкоплинні зміни ситуаційної поведінки об'єктів керування, яка залежить від багатьох чинників технологічного та організаційного характеру. Поліпшення якості продукції в виробництві виробів з борошна, раціональне використання ресурсів і сировини, підвищення продуктивності технологічних ліній неможливі без автоматизації технологічних процесів на основі сучасних інформаційних технологій, передових досягнень в теорії та практиці автоматизованого керування [1, 2].

Мета: Метою роботи є підвищення техніко-економічних показників хлібопекарського виробництва шляхом створення автоматизованої системи багатоцільового керування з використанням сценаріїв виробничих ситуацій та інтелектуальних механізмів.

1. Аналіз технологічного процесу виготовлення борошняних виробів

При випіканні борошняних виробів основна сировина може відрізнятися своїми якісними характеристиками. Широкий діапазон зміни якості сировини суттєво впливає на перебіг технологічних процесів і здійснює постійні збурювальні впливи, які ускладнюють керування процесами виробництва.

Для запобігання браку продукції та отримання задовільної якості хлібобулочних виробів з борошна з пониженими хлібопекарськими властивостями можна регулювати перебіг технологічних процесів за допомогою різних технологічних прийомів. Параметри технологічних процесів, таких, як зберігання сировини, тривалість замісу, температура тіста, температура, вологість та тривалість вистоювання, температура та тривалість випікання також впливають на якість готового продукту (рисунок 1).

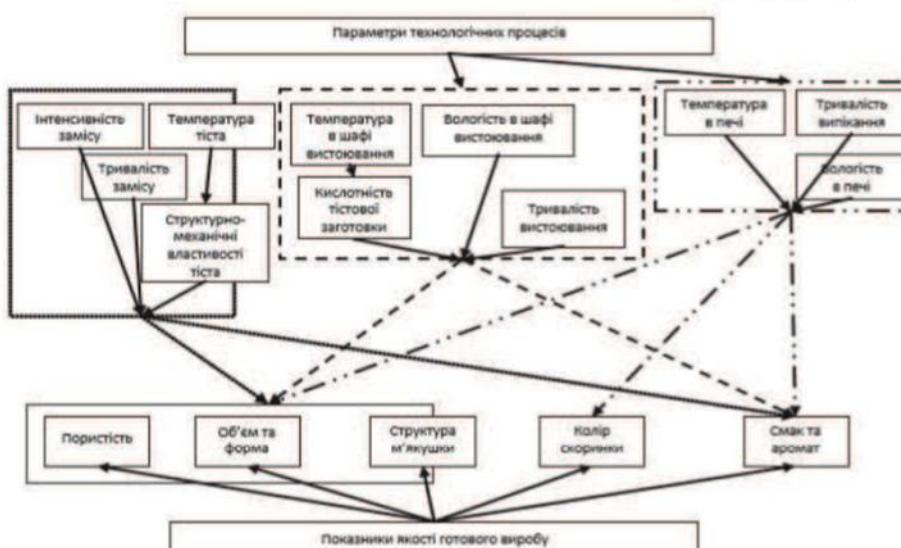


Рисунок 1 - Показники якості готового борошняного виробу

Типова схема автоматичного регулювання вологості на тістомісильних апаратах неперервної дії, наведена на рис. 2. Недоліком даної схеми є те, що вона розрахована на стабільну якість борошна. Тому раціональним буде доповнити її системою підтримки прийняття рішень, використання якої сприятиме ефективній переробці борошна іншої якості.

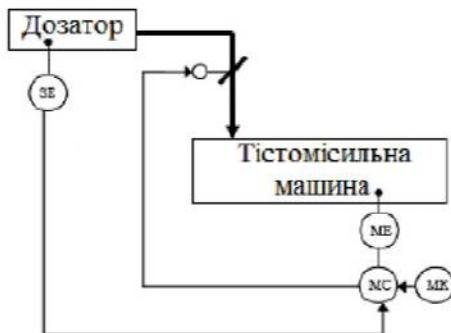


Рисунок 2 - Типова схема автоматичного контролю та регулювання вологості напівфабрикатів та тіста

Процеси випікання борошняних виробів характеризуються високим ступенем невизначеності, для усунення яких можна використати певні керування на різних етапах технологічного процесу. Так, наприклад, інтенсивний заміс тіста скорочує тривалість бродіння. Недостатня виброженість тіста може компенсуватись за рахунок збільшення тривалості вистоювання та випічки при відповідних режимах - підвищенні відносної вологості повітря в шафі вистоювання та середовища в пекарній камері, збільшення температури вистоювання та зниження температури випікання [2]. Отже, однакові кінцеві результати функціонування технологічного процесу можна отримати при різних режимних параметрах та різній структурі технологічної схеми, що забезпечує широкий вибір керувальних дій при проектуванні технологічної схеми та при її аналізі, з метою покращення системи керування. Але перебрати всі можливі варіанти структури та вибрати з них оптимальні практично неможливо.

Для забезпечення якості продукції та процесів її виробництва на рівні АСУТП необхідно здійснювати тотальний моніторинг ТП; оптимальне та адаптивне регулювання процесу; неперервний контроль технічного стану апаратури та функціонування виробничого об'єдання; моніторинг якості та витрат ресурсів; моніторинг неконтрольованих дій на об'єкт; забезпечення достовірності даних про якість процесів і продукції [3].

2. Визначення передавальної функції системи автоматизованого управління

Проведемо аналіз системи автоматизованого регулювання (САР) на прикладі системи регулювання температури в глазурувальній машині в зоні нанесення глазурі. Аналізуючи темперуючий пристрій машини, як об'єкт керування, бачимо, що температура в зоні випікання печива залежить від кількості згорання газу. Фактично маємо замкнену систему, на вході якої знаходиться задана температура, на виході – отримане значення цієї температури. В результаті віднімання від заданого значення отриманого на виході маємо значення розузгодження, на основі якого регулятором виробляється рішення про збільшення чи зменшення значення сигналу керування на виконавчому механізмі. В нашому випадку виконавчим механізмом є регулюючий клапан подачі газу і задаючим сигналом для нього є задаючий рівень напруги від

регулятора, прямо пропорційний сигналу розузгодження в межах регулювання. При відхиленні поточного значення потужності від заданого завдяки отриманому сигналу розузгодження виробляється додаткова напруга на регулюючому клапані, котра змушує його збільшувати або зменшувати площину поперечного перерізу впускного каналу. Відповідно на виході виконавчого механізму дотримується певний рівень витрати газу. Даний рівень є задаючим для об'єкту керування і в залежності від нього на виході отримується скориговане значення температури. Даний контур регулювання дозволяє компенсувати відхилення поточної температури від заданої внаслідок коливань температури.

Таким чином можемо на основі викладеного вище зобразити структурну схему САР (рис. 3) [7, 8].

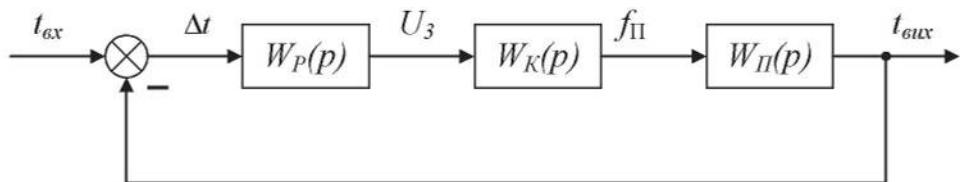


Рисунок 3 - Структурна схема системи автоматичного регулювання температури

На рисунку 3: $t_{\text{вх}}$ – задана температура; Δt – температура розузгодження; U_3 – керуючий сигнал; f_{Π} – отримана витрата газу; $t_{\text{вих}}$ – отримане значення температури; $W_P(p)$ – передавальна функція регулюючого органу; $W_K(p)$ – передавальна функція клапана; $W_{II}(p)$ – передавальна функція машини по газу.

Врахувавши знайдені вирази для визначення передавальних функцій визначимо розімкнену передавальну функцію системи автоматичного регулювання температури в зоні нанесення глазурі. Після заміни $k_0 = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$ отримуємо розімкнену передавальну функцію у вигляді:

$$W(p) = \frac{k_0}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)(T_3 p + 1)} \text{ або } W(p) = \frac{k_0}{T_{30} p^3 + T_{20} p^2 + T_{10} p + 1}.$$

$$T_{30} = T_1 T_2 T_3; \quad T_{20} = T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3; \quad T_{10} = T_1 + T_2 + T_3.$$

Передавальна функція замкненої системи для структурної схеми із зворотнім зв'язком (рисунок 3) записується у вигляді:

$$W_{\varphi}(p) = \frac{W_{\delta}(p)}{1 + W_{\delta}(p) \cdot W_{\varphi}(p)}.$$

Тут $W_{\delta}(p)$ – передавальна функція розімкненої АСР, $W_{\varphi}(p)$ – передавальна функція ланки зворотного зв'язку. Підставивши в цей вираз та значення передавальної функції ланки зворотного зв'язку як 1, отримуємо передавальну функцію замкненої АСР:

$$W_{\varphi}(p) = \frac{k_0}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)(T_3 p + 1) + k_0}$$

3. Розрахунок стійкості системи

Метод визначення стійкості автоматичних систем регулювання (АСР) за Найквістом є одним з частотних методів. Він дозволяє визначити стійкість замкненої системи за амплітудно-фазовою характеристикою (АФХ) розімкненої системи. При

цьому метод визначення залежить від того, чи є стійкою АСР в розімкненому стані.

Для побудови АФХ приведемо до вигляду $W(j\omega) = A(\omega) \cdot e^{j\varphi(\omega)}$. Для цього запишемо формули перетворення для визначення $A(\omega)$ та $\varphi(\omega)$:

$$A(\omega) = \sqrt{U^2(\omega) + V^2(\omega)}; \quad \varphi(\omega) = \arctg(V(\omega)/U(\omega)).$$

Підставивши значення всіх параметрів АСР та змінюючи ω від 0 до ∞ отримуємо АФХ розімкненої системи (рис. 4)

З рисунку 3 можемо зробити висновок, що дана система автоматичного регулювання є стійкою, оскільки не охоплює точку $(-1;j0)$.

Змінюючи ω від 0 до ∞ будуємо часткові ЛФЧХ в логарифмічній системі координат. Провівши алгебраїчне сумування окремих складових ЛФЧХ, отримуємо загальну ЛФЧХ розімкненої системи (рис. 5).

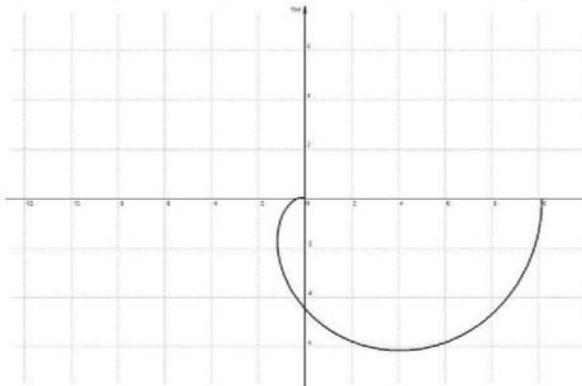


Рисунок 4 - Амплітудно-фазова характеристика САР

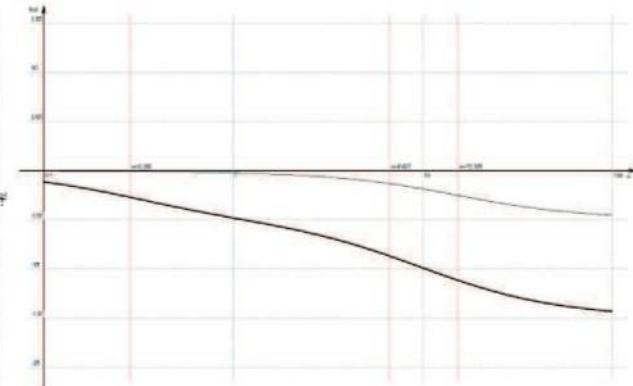


Рисунок 5 - Логарифмічна фазо-частотна характеристика САР

Оскільки при тому значенні ω : ($\omega=\infty$), при якому ЛФЧХ приймає значення $-\pi$, ЛАЧХ має від'ємне значення, то ми можемо ще раз підтвердити те, що дана автоматизована система управління є стійкою.

Висновок. Результати роботи полягають у здатності системи контролювати і управляти технологічними процесами на основі математичних методів з використанням ЕОМ. Проектування автоматизованих процесів дає можливість виконувати роботи в шкідливих умовах із зменшенням кількості працівників на підприємствах та на окремих робочих місцях, досягнути стабільної швидкості роботи, покращити якість продукції.

Перелік використаних джерел.

1. Ю.Добров Є.Є., Сав'юк Л.О., Матвієнко Р.М. Теорія автоматичного управління: Лабораторний практикум. 4.1. Моделювання, аналіз і синтез лінійних САУ в середовищах MATLAB і VisSim. - Івано-Франківськ: Факел, 2005.-112 с
2. Н.Сав'юк Л.О., Матвієнко Р.М. Теорія автоматичного управління: Лабораторний практикум. 4.2. Моделювання, аналіз і синтез нелінійних САУ в середовищі MATLAB. - Івано-Франківськ: Факел, 2006. - 49 с.
3. Ладанюк А.П. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кищенко. Я.В. Смітюх. - К: «Центр учебової літератури», 2014. - 280 с.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ТЕМПЕРАТУРНИМ РЕЖИМОМ ПЕЧІ ДЛЯ ВАРИННЯ СКЛА

Вступ. На даний час проблема комплексної автоматизації в різних галузях виробництва є однією з ключових, її рішення належить до пріоритетних напрямів науково-технічної політики в нашій країні. Особливе місце займає проектування та впровадження систем автоматичного управління технологічними процесами з використанням мікропроцесорів і мікро-ЕОМ. Для розробки і дослідження таких систем потрібні висококваліфіковані фахівці, які освоїли як теорію автоматичного регулювання, так і її прикладні аспекти, особливо ті, що пов'язані із застосуванням сучасних засобів автоматизації.

Підвищити продуктивність технологічного процесу виробництва скла можна шляхом ефективного розширення застосування вимірюальної техніки, автоматичного регулювання. На даний час контроль технологічних параметрів скловарних печей відбувається за допомогою систем управління і автоматизації технологічних процесів, що охоплюють всі етапи виробництва скла. Крім того, виробництво скла та скляних виробів, таких як тара, посуд і т.ін., як правило, рентабельне, швидко окупається, а тому є економічно вигідним, оскільки скло, як товар не має терміну придатності.

Скляна промисловість є однією з найбільш перспективних галузей промисловості. Однак ця галузь виробництва потребує подальшого розвитку. У зв'язку з цим модернізація виробництва скла та його автоматизація процесу варіння шихти у виробництві скла є актуальною задачею.

Мета: Дослідження та проектування автоматизованої системи управління технологічним процесом виробництва скла.

1. Аналіз технологічного процесу та обладнання виробництва скла

На даний момент великим попитом користуються різні вироби з скломатеріалів. Технології дозволяють виготовляти велику різноманітність предметів всіх кольорів і форм, відкриваючи широкі можливості для дизайнерів і діячів мистецтва..

Технологія виготовлення скла наведена на рисунку 1. На першому етапі відбувається підготовка сировини для подальшої обробки. Сюди можуть відноситися видобуток, додаткова обробка та транспортування сировини. Сировинні матеріали для виробництва скла умовно поділяють на основні та допоміжні. Основні сировинні матеріали формують основу скломаси. Це: кварцовий пісок, сода, сульфат натрію, глиноземи, крейда, доломіт [1].

Допоміжні сировинні матеріали додають при виробництві для зміни характеристик і якості скла, для прискорення процесів скловаріння і фарбування скла. До допоміжних відносять селен, кобальт та інші. Приготування скла: барвник; освітлювач; прискорювач варіння; інші. На даному етапі також може відбуватися промивання, просушування, подрібнення, просіювання сировини. На наступному етапі готується шихта (це суха суміш всіх сировинних матеріалів, використовуваних для виробництва скломаси). Для того, щоб шихта вийшла однорідна всі компоненти зважуються в певному співвідношенні, перемішуються і подаються у змішувач [2].

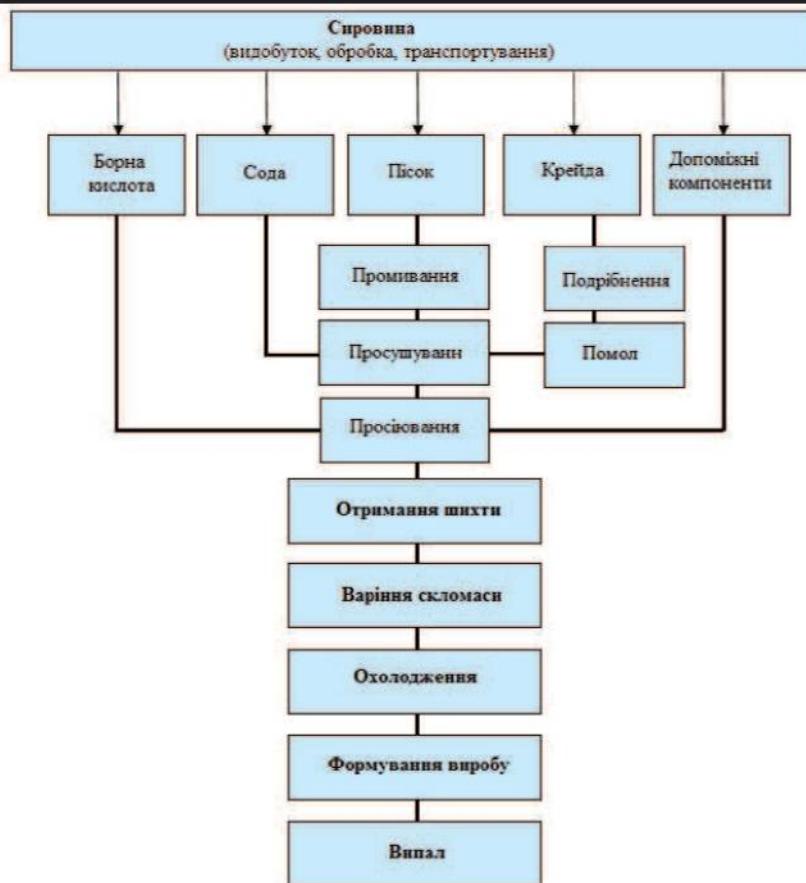


Рисунок 1 – Стадії технологічного процесу виготовлення скла

Наступним етапом виробництва скла є скловаріння. Це основний технологічний процес у виготовленні скла. Переважно варіння відбувається у ванних печах безперервної дії, які мають велику продуктивність, більш економічні і легко керовані. Найбільший ККД мають електричні і газово-електричні печі. Далі відбувається охолодження отриманої суміші. Формування необхідної форми виробу та його випал.

Типова конструкція такої печі показана на рисунку 2, яка містить: 1 – завантажувальний карман, 2 – розподільна горілка, 3 – ванна для розплавки, 4 – човновий брус для форсунки, 5 – протока, 6 – вання для остужування, 7 – регенератор, 8 – насадка для регенератора, 9 – перевіддний клаапн, 10 – заслінка для димоходу [1].

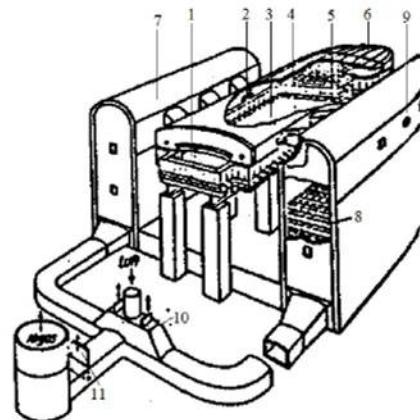


Рисунок 2 - Загальний вигляд печі для варки скла

Піч для варіння скломаси має три зони [2]:

1. Зона варіння, температура в ній регулюється вручну.

2. Зона освітлення, регулювання температури в ній здійснюється автоматично.
3. Робоча зона, в якій температура регулюється вручну

Пальники в печі розташовані з боків, по три на кожну зону зліва і справа. Горіння здійснюється або з однієї, або з іншої сторони з перекладом полум'я через кожні 30 хвилин. Технологічна схема печі для варіння скломаси наведена на рисунку 3 [3].

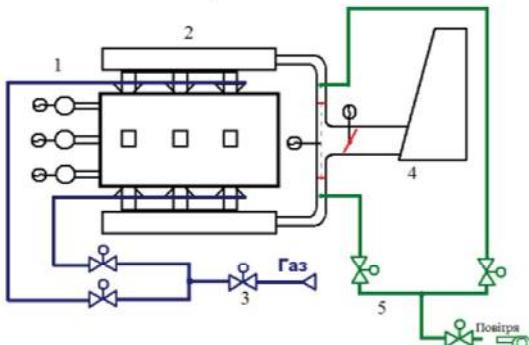


Рисунок 3- Технологічна схема печі для варіння скломаси

На схемі печі для варіння скла позначено: 1 - подача шихти в погрузчики, що забезпечує підтримку заданого рівня скломаси в печі; 2 - введення термопар в кожну зону печі для забезпечення контролю температури у кожній зоні; 3 - регулювання і контроль тиску і витрати газу; 4 - контроль та регулювання тиску та витрати повітря; 5 - контроль та регулювання температури газів, що відводяться, а також тиску розрідження в димовій трубі

2. Розробка структури автоматизованої системи управління

Проведені дослідження систем автоматизованого управління (АСУ) технологічного процесу (ТП) виробництва скла повинна забезпечувати:

- підтримання параметрів скловарної печі в установленому діапазоні за рахунок роботи локальних контурів регулювання температури, тиску, рівня, витрати;
- контроль параметрів процесу;
- подачу аварійної та попереджувальної сигналізації;
- дистанційне керування процесом у випадках профілактики, ремонту і відпрацювання режиму.

АСУ ТП виконується, як правило, на базі програмованого контролера. В якості первинних засобів контролю використовуються датчики-тиску. На кожному об'єкті існує своя автономна система управління, зв'язку між ними немає, тому при проектуванні необхідно створювати розподілену автоматизовану систему з можливістю об'єднання контролерів у локальну мережу.

У розподіленій АСУ ТП функції контролю, регулювання та управління розподілені між окремими пристроями - мікропроцесорними керуючими пристроями і ЕОМ, тобто реалізована розподілена система управління процесом.

Управління технологічним процесом може бути здійснено з декількох місць за допомогою різних керуючих пристройів, тобто реалізована децентралізована система управління, яка забезпечує ручний (місцевий, дистанційний з операторної) і автоматичний режими управління технологічним процесом.

АСУ ТП забезпечує виконання таких функцій: інформаційних; керуючих; захисних; діагностичних; сервісних. АСУ ТП виробництва скла має ієрархічну структуру (рисунок 4) і складається з двох рівнів.

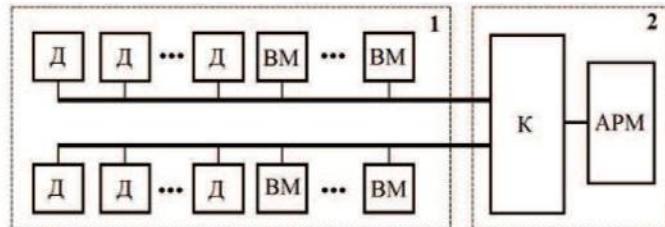


Рисунок 4 – АСУ тепловим режимом печі для варіння скла

Перший (нижній) рівень утворюють датчики (Д) контролю параметрів, виконавчі механізми (ВМ), керуючі пристрої. До складу другого рівня входить контролером (К) та автоматизоване робоче місце (АРМ) оператора.

Для правильного і безпечного перебігу ТП виготовлення скла у скловарній печі, а також для підтримання оптимального температурного режиму, потрібно забезпечити автоматичний контроль та керування наступних параметрів:

- витрата газу, що надходить до горілок печі;
 - витрата повітря;
 - температура в зоні регенераторів;
 - температура стінок печі;
 - температура скломаси на виході з протоки.

На рисунку 5 наведена схема побудованої системи керування температурним режимом печі для варіння скла з ПІД-регулятором та графік переходного процесу.

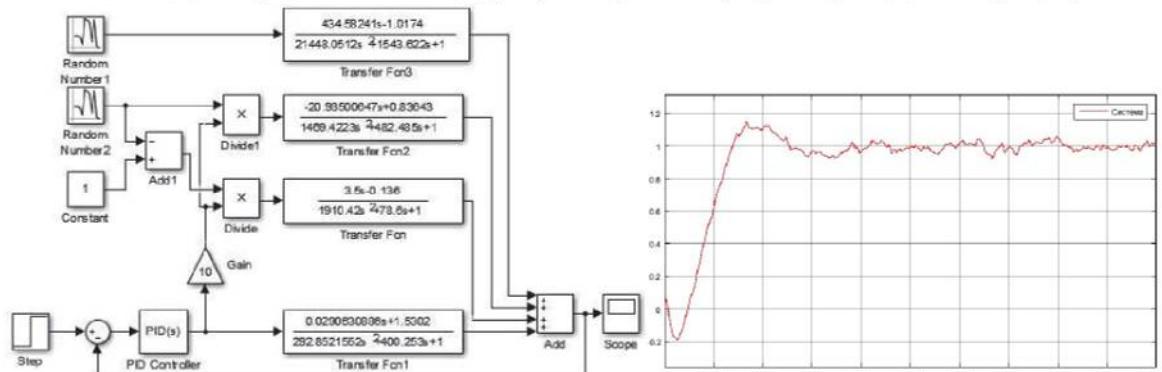


Рисунок 5 - Система з ПІД-регулятором та графік переходного процесу.

Висновок. Запропонована автоматизована система управління температурним режимом скловарної печі. Побудована схема системи керування з ПІД-регулятором. Графік переходного процесу побудованої системи з ПІД-регулятором дозволяє визначити критерії якості АСУ ТП: перерегулювання - 17 %; e_{max} - 0,17 ОС; T_{max} = 1600 хв; час встановлення T_s - 3800 хв.

Перелік використаних джерел

1. Лукінюк М. В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 236 с.
 2. Проць Я.І., Савків В.Б., та ін. Автоматизація виробничих процесів.– Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. – 344 с.
 3. Медведев А. Е. Автоматизация производственных процессов. Учеб. Пособие. Кузбас. гос. техн. ун-т. – Камерово, 2009. – 325с.

Крушельницький О.А.

¹Тернопільський національний економічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕВАГ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОСВІТЛЕННЯМ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ

Вступ. Оптимальним рішенням задачі ефективного управління освітленням населеного пункту є використання повністю автоматизованих систем управління (АСУ) та диспетчеризації зовнішнього освітлення. АСУ зовнішнім освітленням є програмований логічний контролер, що здійснює управління комутацією відгалужених ліній освітлення, у відповідності до заздалегідь заданої програми. У програмі контролера може зберігатися інформація про розклад освітлення наприклад за річний період, тому АСУ вмикає ліхтарі завжди у потрібний час. Передбачена передача даних про споживання енергії та аварії у диспетчерський центр, тому інформація про стан споживання електроенергії на вході у підстанцію та значення споживаної потужності завжди доступна. За допомогою даних про зниження рівня поточного енергоспоживання, відповідно до норми, можна оцінити кількість ліхтарів, що вийшли з ладу. Переширення норми енергоспоживання дозволяє ідентифікувати нелегальне підключення до електромережі. Вся діагностична інформація доступна в диспетчерському центрі, що дозволяє виключити необхідність об'їздів ліній зовнішнього освітлення бригадою, знизити аварійність за рахунок моніторингу та підвищити економію коштів на обслуговування.

Мета: Розробка системи автоматизованого управління зовнішнім освітленням та дослідження її переваг.

1. Проектування структури АСУ на базі програмованого контролера ILC 130 ETH

На рисунку 1 наведена структура АСУ освітленням населеного пункту.

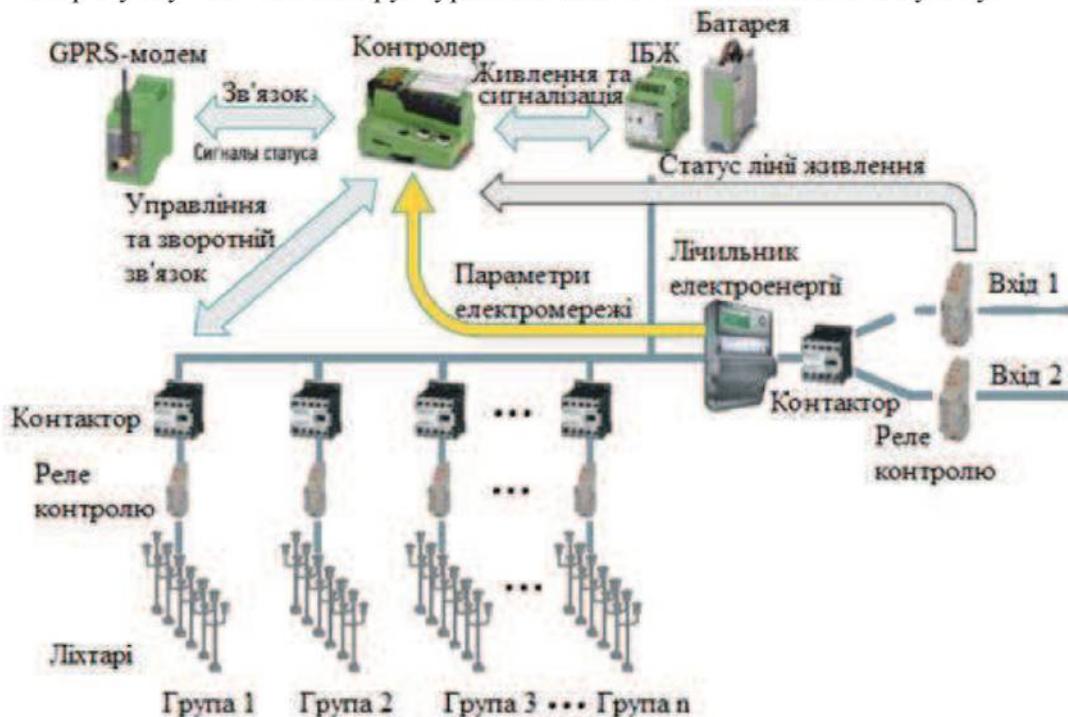


Рисунок 1 – Структура системи управління зовнішнім освітленням населеного пункту

Ядром запропонованої АСУ є програмований контролер ILC 130 ETH [1], що має вбудований годинник реального часу з можливістю синхронізації, який дозволяє управляти контакторами ліній освітлення відповідно до наперед заданого розкладу. Програма управління освітленням дозволяє контролювати від 1 до 26 контакторів. Передбачена можливість налаштування перемикання кожного контактора за власним окремим розкладом або об'єднання декількох контакторів в групу з окремим розкладом включення. Розклад може корегуватися з диспетчерського центру. Кожен контактор може бути дистанційно включений, відключений або ж тимчасово переведений на альтернативний розклад. Якщо вводити альтернативний розклад недоцільно, то провести включення і виключення можна за допомогою примусової командою. Також передбачена можливість налаштувати автоматичне повернення на роботу за розкладом, якщо при примусовому включені протягом заданого часу відсутній зв'язок з диспетчерським центром.

Для забезпечення безперервного функціонування АСУ в шафу управління освітленням встановлюється блок безперебійного живлення (БЖ), що забезпечує автономну роботу контролера до 48 годин або більше, в залежності від батареї. При наявності резервного введення АСУ може також виконувати функції АВР. При відсутності напруги на основному вході система переключиться на резервний.

2. Розробка системи зв'язку АСУ освітленням населеного пункту

Зв'язок з диспетчерським центром здійснюється за допомогою мережі Ethernet. Для цього використовуються будь-які доступні технології, наприклад оптоволоконні лінії, стільникові мережі 3G. Для забезпечення захисту інформації АСУ може бути оснащена фаєрволом з технологією VPN з протоколами IPSec або OpenVPN. Оскільки виділені лінії зв'язку не завжди доступні, то зазвичай зв'язок здійснюється за допомогою Інтернет та шифрування даних з обмеженням доступу, що є необхідним для забезпечення безпеки об'єктів освітлення. Зв'язок за допомогою мережі Ethernet має ряд переваг. Доступ до контролерів для програмування з мережі та для обслуговування чи перепрограмуванні під нове технічне завдання, тому немає необхідності виїжджати безпосередньо на об'єкт (рисунок 2).

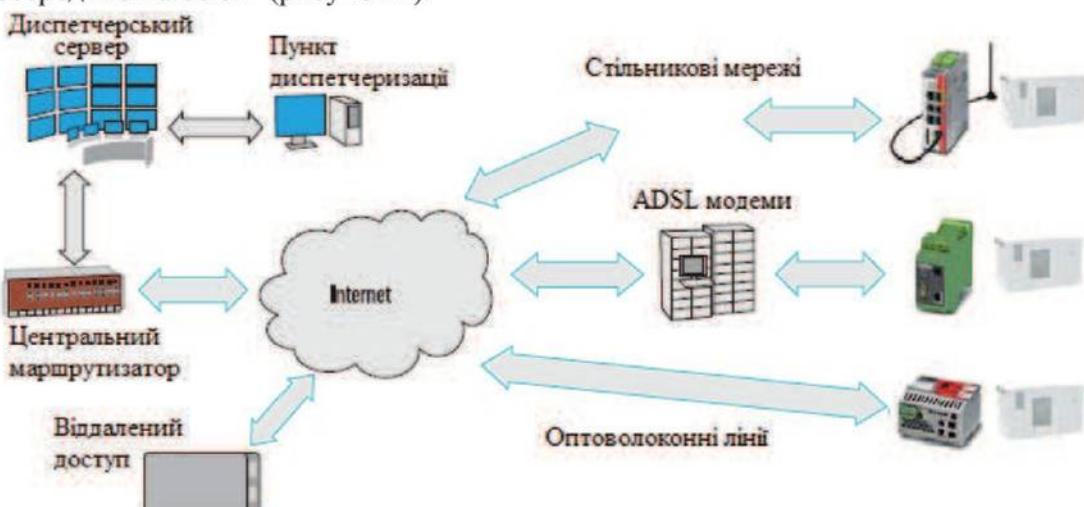


Рисунок 3 – Структура системи зв'язку АСУ

Для синхронізації часу використовується стандартний протокол NTP. Контролер може підключатися до сервера точного часу в Інтернеті, до сервера часу

диспетчерського центру або до сервера часу свого локального маршрутизатора. Для найбільш ефективної синхронізації часу використовуються маршрутизатори з вбудованим приймачем GPS / ГЛОНАСС TC MGUARD [2]. Вони отримують координати і точний час зі супутників та передають ці дані на контролер. Таким чином, крім синхронізації часу, можливе також здійснення точного позиціонування об'єкта на місцевості в модулі геоінформаційної системи диспетчерського програмного забезпечення в автоматичному режимі.

3. Розробка системи диспетчеризації АСУ освітленням населеного пункту

На рисунку 4 наведено архітектуру системи диспетчеризації АСУ зовнішній освітленням населеного пункту. Контролер [1] дозволяє здійснювати підключення власного модуля вимірювання параметрів електромережі або лічильників електроенергії за допомогою інтерфейсу RS485, що забезпечує можливість за вимірюваними значеннями енергоспоживання визначати кількість ламп, що вийшли з ладу, або нелегальне підключення до електромережі.

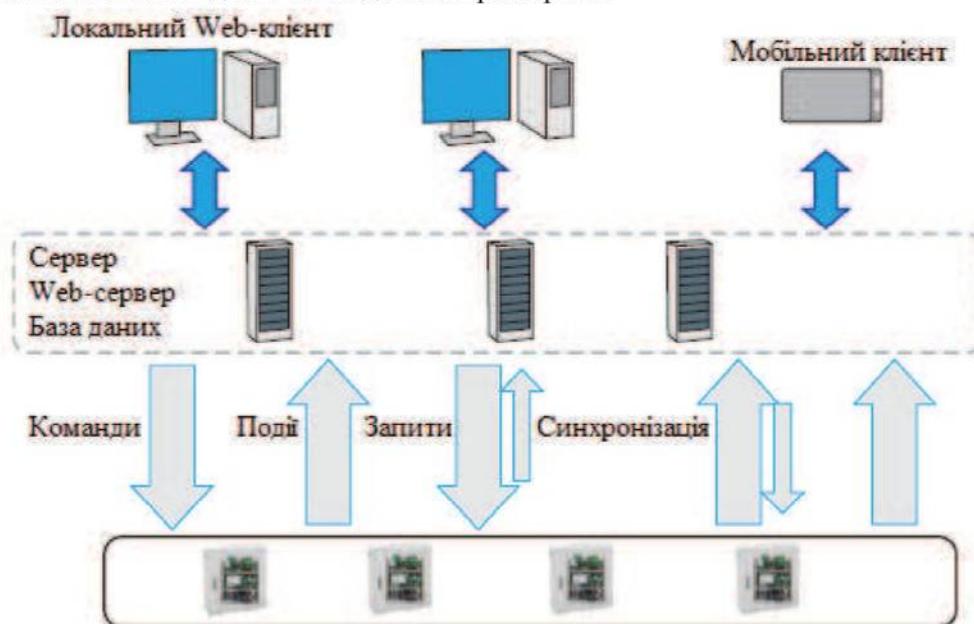


Рисунок 4 - Архітектура системи диспетчеризації

При першому запуску системи контролер запам'ятує номінальні значення при повному навантаженні і при повному відключенні різних ліній (каскадів). В процесі експлуатації контролера можна ввести команду для перезапис даних параметрів. На кожну лінію освітлення встановлюється реле контролю, яке дозволяє забезпечити проведення моніторингу та діагностики аварійних та передаварійних ситуацій.

4. Налаштування контролю параметрів АСУ зовнішнім освітленням

Система управління включає в себе спеціалізоване програмне забезпечення верхнього рівня, побудоване на базі сучасних ІТ-рішень. Комуникаційний протокол дозволяє контролерам накопичувати і передавати архіви подій і вимірюваних величин, а також їх поточні значення. Для забезпечення ефективного управління великою кількістю об'єктів в системі передбачена функція синхронізації. Ряд команд або змін у налаштуваннях, які не потребують негайного виконання, заносяться в певний реєстр бази даних. Контролер з певною періодичністю запитує для себе нові параметри і

отримує їх при наступній сесії синхронізації. Таким чином, якщо відсутній зв'язок з окремими виконавчими механізмами (наприклад, якщо система знецюмлена або перевантажений стільниковий зв'язок), немає необхідності повторно передавати параметри на кожну станцію і відстежувати їх застосування. Нові дані, наприклад, розклад, будуть автоматично завантажені в контролер при черговому сеансі зв'язку з диспетчерським пунктом.

Також контролери системи управління можуть бути включені в будь-системи диспетчеризації за допомогою таких стандартних протоколів, як Modbus, TCP, IEC 610870-5-104, OPC або XML [3]. Дана технологія істотно полегшує введення шаф управління в експлуатацію. Контролер автоматично визначає свою конфігурацію і передає її на центральний сервер. Оператору системи потрібно лише вказати режим роботи для нової станції. Система диспетчеризації виконана на клієнт-серверній архітектурі з використанням веб-технологій. Сервер введення / виведення забезпечує обмін даними з контролером і запис параметрів в базу даних. Сервер програми та веб-сервер забезпечують візуалізацію роботи системи (рисунок 5). Використання веб-технологій дозволяє здійснювати моніторинг системи з будь-якого комп'ютера, смартфона, або планшета. Наприклад, якщо оператор отримує SMS-повідомлення про несправності, то, підключившись через VPN-з'єднання до центрального серверу з будь-якої точки і відкривши веб-сторінку системи, він матиме можливість точного визначення несправності, що дозволить здійснити необхідні дії чи розпорядження для повернення системи в штатний режим роботи.



Рисунок 5 – Приклад відображення даних

Висновок. Використовуючи сучасні технології можна досягнути максимальної гнучкості і функціональності при побудові САУ зовнішнім освітленням, знижуючи витрати на електроенергію і витрати на обслуговування. Можливості модернізації функціоналу таких систем практично не обмежені, що дозволяє розширювати їх функціональні можливості.

Перелік використаних джерел

1. Програмований контролер ILC 130 ETH. [Електронний ресурс].- Режим доступу: <https://www.phoenixcontact.com/uk-ua/produkciya/kontroller-ilc-130-eth-2988803>
2. Маршрутизатор з вбудованим приймачем GPS / ГЛОНАСС TC MGUARD [Електронний ресурс].- Режим доступу: <http://ua.automation.com/content/marshrutizatory-tc-mguard-ot-phoenix-contact-s-podderzhkoj-3g-i-gpc>.
3. **Протоколы связи в АСУ ТП.** [Електронний ресурс].- Режим доступу: <https://plcsystems.by/articles/651>

ОПТИМІЗАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Вступ. Для того щоб підвищити якість та продуктивність виробництва, усунути дефекти, контролювати якість продукції та її пакування, а також здійснювати збір інформації на кожному етапі виробничого процесу, використовуються технології машинного зору. «Розумна» автоматизація дозволяє скоротити виробничі помилки, що в результаті знижує виробничі витрати і забезпечує високий рівень якості продукції.

Останнім часом все більш актуальними стають адаптивні виробничі системи, здатні швидко і легко переналаштовуватися для вирішення різного роду завдань, що дозволяють досягнути високої ефективності виробництва. Одним з таких рішень є системи машинного зору, які перетворюють виробництво в інформаційний процес.

Мета: Дослідження автоматизованої системи контролю якості продукції харчового виробництва та розробка шляхів її оптимізації.

1. Дослідження автоматизованої системи контролю якості продукції

Автоматизована система контролю якості повинна забезпечувати безперервний контроль якості виробів, що в свою чергу, дозволяє підвищити швидкість, безпомилковість та зручність аналізу продукції [1]. Контроль якості проводиться з метою запобігання випуску продукції, що не відповідає вимогам конструкторської та нормативно-технічної документації. Контроль може проводитися за кількісними характеристиками продукції, таких як об'єм, маса, габаритні розміри тощо. Автоматизація такого виду контролю виконується за допомогою контрольно-вимірювальної апаратури і засобів автоматики [2].

Для промислової автоматизації та в системах управління масовим виробництвом харчових продуктів найбільш широко застосовується машинний зір [3]. За останнє десятиліття ці технології зробили великий якісний крок вперед. Машинний зір став стабільним і надійним, простішим у використанні і дешевшим. В результаті системи машинного зору можна використовувати на невеликих виробництвах, в тому числі і в харчовій галузі. Ці системи допомагають підвищувати якість продукції, мінімізувати вплив людського фактору, автоматизувати операції, які виконувалися вручну, відстежувати переміщення продукції та багато іншого [4].

Система машинного зору (рисунок 1) обов'язково включає наступні частини у вигляді окремих елементів, або вбудовані в єдиний пристрій [5]:

- освітлення;
- камера;
- центр обробки інформації, що надходить (контролер);
- пристрій виведення інформації.

Для проектування автоматизованої системи контролю якості продукції з використанням технічного зору необхідно врахувати наступні чинники[5]:

- відстань до об'єкта;
- величина об'єкта;
- швидкість руху;

- середовище експлуатації камери;
- освітлення;
- параметри для аналізу і їх кількість;
- синхронізація і інтеграція в загальну систему і інші параметри.

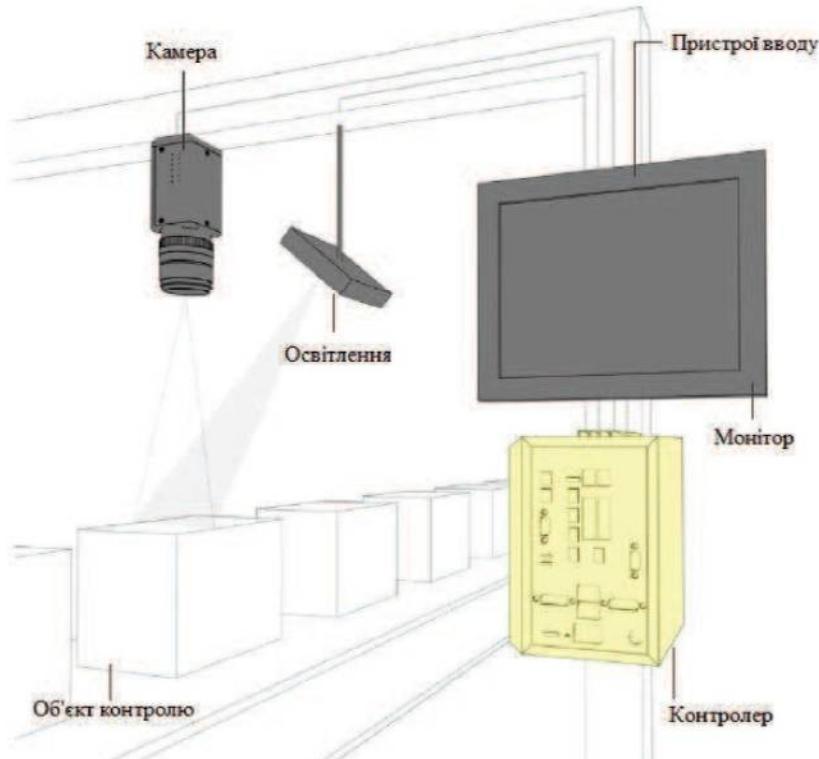


Рисунок 1 - Система машинного зору

Рішення автоматизованого контролю якості можливе також за допомогою машинного зору на базі 3D сканерів (рисунок 2)[4]. Лазерні сканери призначені для безконтактного вимірювання і контролю профілю поверхні, положення, переміщення, розмірів, розпізнавання технологічних об'єктів, побудови 3D моделей. Відкалибровані на заводі тривимірні датчики вимірюють такі характеристики поверхні, як довжина, ширина, висота, нахил або обсяг в реальних одиницях виміру з точністю до мікрона.

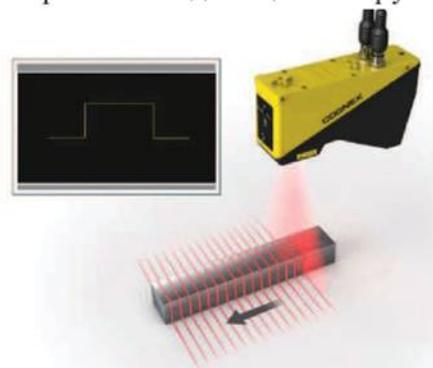


Рисунок 2 – Система машинного зору на базі 3D сканера

В основу роботи 3D сканера покладено принцип оптичної триангуляції. Випромінювання напівпровідникового лазера формується у вигляді ліній і проектується на об'єкт контролю. Розсіяне на об'єкті випромінювання об'єктивом збирається на двовимірній CMOS-матриці. Отримане зображення контуру об'єкта контролю

аналізується сигналним процесором, який розраховує відстань до об'єкта (координата Z) для кожної з безлічі точок уздовж лазерної лінії на об'єкті (координата X). Сканери характеризуються початком робочого діапазону (SMR) по координаті Z, робочим діапазоном (MR) по координаті Z, робочим діапазоном по координаті X на початку робочого діапазону по Z (X_{smr}) і в кінці робочого діапазону по Z (X_{emr}).

Для мінімізації похибки у автоматизованих системах контролю якості продукції необхідно враховувати наступні фактори:

- освітлення повинне бути яскравим і не спотворювати кольори;
- правильно підібрана і калібрена камера під розміри об'єкту контролю та відстань до нього;
- налаштування програмного забезпечення;
- інтеграція з іншими частинами системи управління;
- тестування - іноді потрібно сотні і тисячі зразків для запуску системи.

2. Оптимізація автоматизованої системи контролю якості

Повністю автономні промислові системи машинного зору включають в себе інструменти високошвидкісного захоплення та обробки зображень, мають різні експлуатаційні характеристики, які дозволяють (рисунок 3):

- сортувати продукти харчування за кольором або формі, орієнтувати на розлив або упаковку;
- виявляти дефекти, перевіряти правильність складання, визначати рівень заповнення і давати вказівки роботу на перевантаження або складання товару;
- орієнтувати пляшки у випадковому положенні по їх формі;
- визначати неправильно орієнтовані пляшки і подавати сигнал приводного механізму на розворот пляшки в правильне положення;
- контролювати наявність кришок і збереження пломб на пляшках;
- виявляти вставлені або прикріплені до упаковки листки-вкладиші;
- помічати відсутність або пошкодження продукту;
- перевіряти наявність бракованого продукту в пляшках або іншій упаковці;
- контролювати стан етикетки.

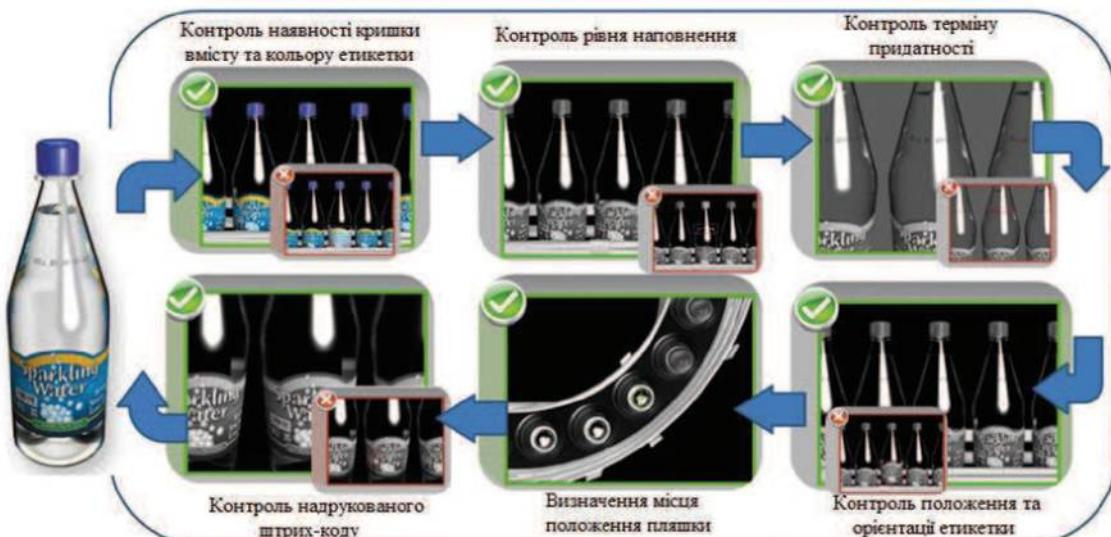


Рисунок 3 – Приклад автоматизованого контролю якості продукції

Кількість виробничих завдань, для вирішення яких можуть застосовуватися інтелектуальні камери, дуже велике, оскільки кожне виробництво є унікальним. Але існує ряд типових програм, таких як зчитування текстового маркування та кодів, контроль форми продукту, перевірка комплектності, контроль якості упаковки, управління роботами (рисунок 4). Технічна реалізація таких проектів має свої особливості, які обов'язково слід враховувати ще на етапі первинної опрацювання ідеї.

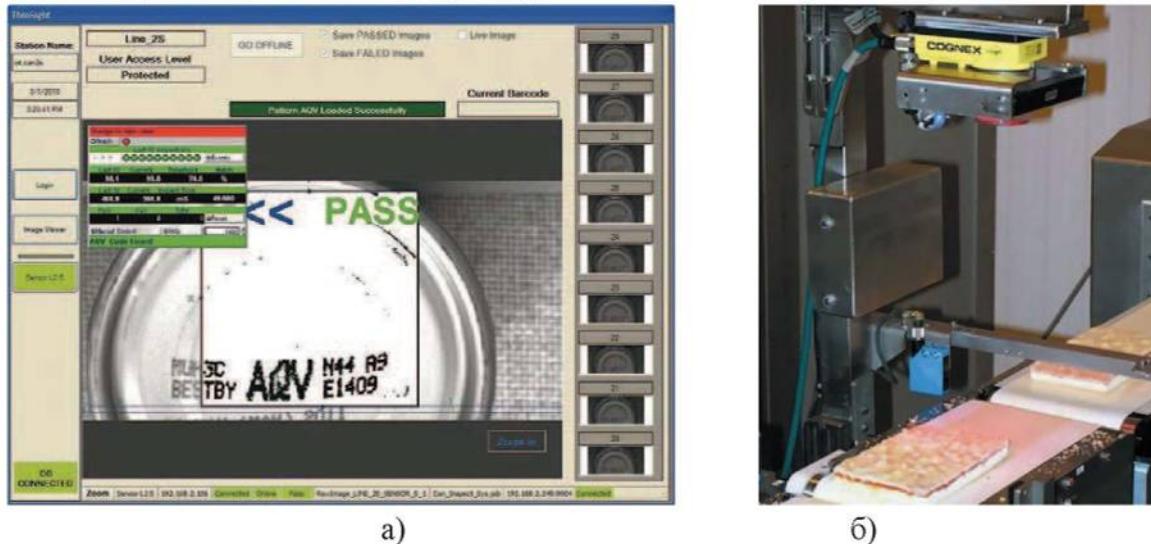


Рисунок 4 – Приклад зчитування коду маркування продукції (а) та контролю форми (б)

Для багатьох промислових завдань підходять типові недорогі рішення, троє для специфічних виробництв можуть знадобитися системи технічного зору, що забезпечують високу якість певних параметрів. Наприклад, камери серії Omron FH Series забезпечує роздільну здатність 12 млн пікселів і більше 16 млн кольорів, при цьому має порівняно високу швидкодію. Системи машинного зору особливо ефективні в тих випадках, коли обсяг, швидкість або складність аналізованої інформації істотно перевищує здатності оператора.

Висновок. Оптимізація автоматизованої системи контролю якості продукції за допомогою технологій машинного зору забезпечує розпізнавання реальних об'єктів контролю і визначення їх властивостей, що дозволяє вирішувати одночасно кілька завдань контролю з високою швидкістю, точністю і надійністю. Такі системи є гнучкими, масштабованими та дозволяють здійснювати швидке переналаштування параметрів.

Перелік використаних джерел

1. Береза А. М. Основи створення інформаційних систем: навч. посіб. / А.М.Береза. –2 вид., перероб. і доп. –К.: КНЕУ, 2001. –214 с.
2. Харазов В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами. –СПб.: Профессия, 2009. –592 с.
3. Deep Learning for Computer Vision.- Режим доступу: <https://research.csiro.au/data61/deep-learning-for-computer-vision/>
4. Automated Defect Inspection Using Deep Learning.- Режим доступу: <https://www.rsipvision.com/automated-defect-inspection-using-deep-learning/>
5. Different Types of Vision Systems. Режим доступу: <https://www.cognex.com/what-is/machine-vision/system-types>

ОПТИМІЗАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПОЛИВУ РОСЛИН В ТЕПЛИЦІ

Вступ. Тепличні господарства активно розвиваються та широко експлуатуються, оскільки постійно зростає попит на свіжі овочі та зеленьне, а нестабільні погодно-кліматичні умови з різкими і великими перепадами температури, вологості, робить досить проблематичним вирощування сільськогосподарської продукції на відкритому ґрунті. Для усунення таких проблем у теплицях використовуються автоматизовані системи для підтримання кліматичних показників на заданому рівні.

Сучасна теплиця, як об'єкт управління, характеризується незадовільною динамікою і нестабільністю параметрів, що випливають з особливостей технології виробництва. У той же час агротехнічні норми потребують високої точності стабілізації температури (+/-1 градус), своєчасної зміни в залежності від рівня фотосинтетично активного опромінення, фази розвитку рослин і часу доби. Ці вимоги зумовлюють необхідність оптимізації систем автоматизованого регулювання, вдосконалення технічного обладнання і апаратного забезпечення.

Мета: Дослідження методів та технічних засобів оптимізації систем автоматизованого управління та регулювання поливом рослин у теплиці.

1. Аналіз систем комплексної автоматизації тепличного господарства

З метою забезпечення високої продуктивності тепличних господарств необхідно підтримувати цілу низку параметрів на певному рівні або у певних межах. До основних параметрів відносяться: обігрів повітря в середині теплиці, обігрів ґрунту, концентрація вмісту вуглекислого газу в повітрі, циркуляція повітря по теплиці, вентиляція, вологість, освітленість [1].

При проектуванні автоматизованої системи керування кліматичними умовами в теплиці необхідно врахувати велику кількість параметрів, наприклад, температуру ґрунту біля коренів рослин, тиск повітря, вологість повітря і ґрунту, та забезпечити підтримання заданих параметрів на певному рівні за допомогою управління, наприклад, ТЕНом і вентиляторами (рисунок 1). На сьогоднішній день на ринку обладнання існує широкий вибір технічних засобів різних виробників, які забезпечують автоматизацію регулювання кліматичних умов у теплицях. Серед них такі компанії як «ОВЕН», «ЕКФ», «ABB» Mitsubishi, Danfoss та ін.

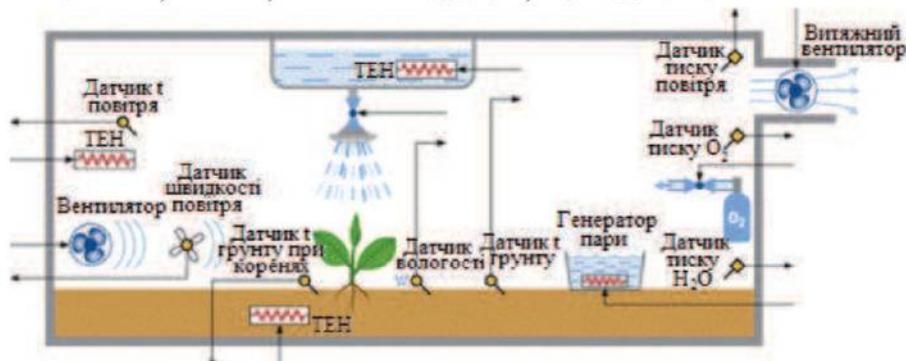


Рисунок 1 – Параметри контролю та регулювання в теплиці

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ

У системах автоматизованого управління (САУ) оптимальним рішенням є використання ПД-регулятора, що є готовим пристроєм, який дозволить реалізувати програмний алгоритм управління тим чи іншим обладнанням автоматизованої системи. Проектування та налаштування САУ стає значно спрощується завдяки використанню готового пристрою [2].

ПД-регулятор - це пристрій, що здійснює безперервне точне регулювання вихідних параметрів трьома шляхами: пропорційно, інтегрально і диференційно, а початкові параметри - вхідні, одержуються із датчиків, наприклад тиску повітря, вологості ґрунту, температури повітря, освітленості і т.д.).

Вхідний параметр подається на вхід ПД-регулятора з датчика, наприклад, з датчика вологості. Регулятор приймає величину напруги або струму, вимірює її, потім здійснює обчислення за своїм алгоритмом, і подає сигнал на відповідний вихід, в результаті САУ отримує керуючий вплив. Вологість ґрунту знизилася - включився на кілька секунд полив. Або наприклад: знизився рівень освітленості - включити над рослинами фітолампи і т.д. Метою регулювання є досягнення заданої величини вологості. На рисунку 2 наведена схема САУ поливом рослин в теплиці.

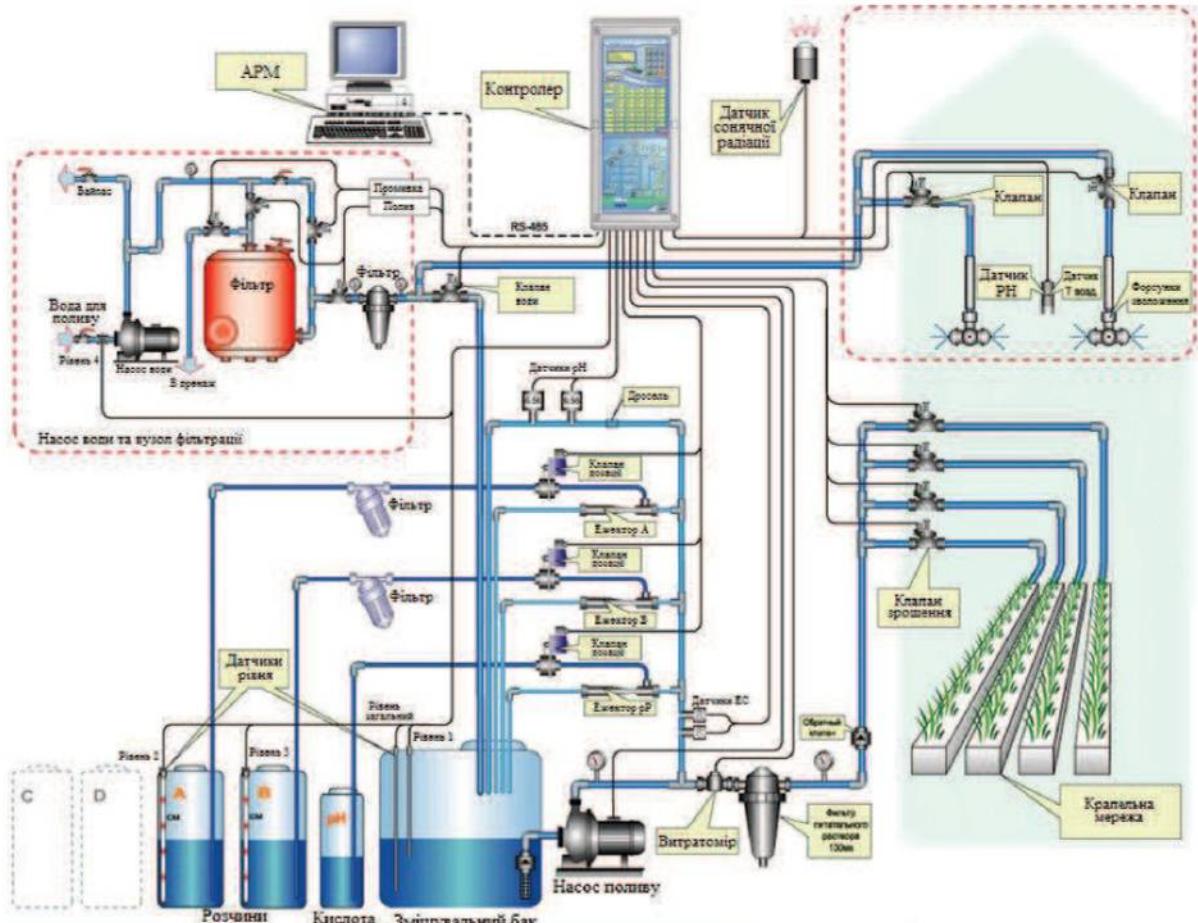


Рисунок 2 – АСУ поливу рослин в теплиці

2. Налаштування ПД-регулювання

Для регулювання вологості ґрунту, після включення поливу ПД-регулятор знову робить замір, вимірюючи, наскільки ж змінилася вхідна величина, - так знаходиться помилка регулювання. Наступний вплив на виконавчий механізм буде вже скориговано

із врахуванням вимірюваної помилки регулювання, і так на кожному кроці управління, поки задане значення параметру не буде досягнуте.

Як зазначалося раніше в регулюванні беруть участь наступні три складові: пропорційна, інтегральна і диференціальна. Кожна складова має свій ступінь значення в кожній конкретній системі, і чим більший внесок вносить та чи інша складова - тим істотніше саме вона і повинна бути змінена в процесі регулювання.

Пропорційна складова - найпростіша, чим більшою є зміна - тим більшим коефіцієнтом (пропорційності у формулі), і щоб вплив зменшити, досить просто зменшити коефіцієнт (множник). Наприклад, показник вологості ґрунту в теплиці є набагато нижчим ніж встановлений - тоді час поливу має бути довшим у стільки ж разів, у скільки поточна вологість нижча встановленої.

Інтегральна складова необхідна для підвищення точності управління з опорою на попередні події регулювання: попередні помилки інтегруються і на них робиться поправка, щоб в результаті отримати нульове відхилення при регулюванні в майбутньому.

При диференціальній складовій береться до уваги швидкість зміни регульованої величини. Плавно чи різко змінюється задана величина, відповідно і регулюючий вплив не повинен призводити до надмірних відхилень величини під час регулювання. Сьогодні їх на ринку представлений широкий вибір приладів для ПД-регулювання. Є багатоканальні, які дозволяють змінювати одночасно декілька параметрів. Для САУ поливу рослин в теплиці обрано універсальний ПД-регулятор TPM148 від компанії Овен, що наведений на рисунку 3 [3].



Рисунок 3 - Восьмиканальний ПД-регулятор TPM148

Універсальний ПД-регулятор TPM148 працює наступним чином. Вхідні 8 датчиків подають сигнали на відповідні входи. Сигнали масштабуються, фільтруються, коригуються, їх значення можна переглянути на дисплеї, зробивши перемикання кнопками. Виходи приладу виготовляються в різних модифікаціях в необхідних комбінаціях з наступних:

- реле 4 A 220 В;
- транзисторні оптопари п-р-п-типу 400 mA 60 В;
- сімісторних оптопар 50 mA 300 В;
- ЦАП «параметр-струм 4 ... 20 mA»;
- ЦАП «параметр-напруга 0 ... 10 В»;
- вихід 4 ... 6 В 100 mA для управління твердотілим реле.

Керуючий вплив може бути аналоговим або цифровим. Цифровий сигнал - це імпульси змінної ширини, а аналоговий - у формі плавно змінюваної напруги або

струму в уніфікованому діапазоні: від 0 до 10 В для напруги, і від 4 до 20 мА - для токового сигналу.

Дані вихідні сигнали служать для управління виконавчими механізмами, наприклад насосом системи поливу або реле, що вмикає і вимикає ТЕН або приводом управління засувкою. На панелі регулятора присутні сигнальні індикатори, що наведені на рисунку 4.

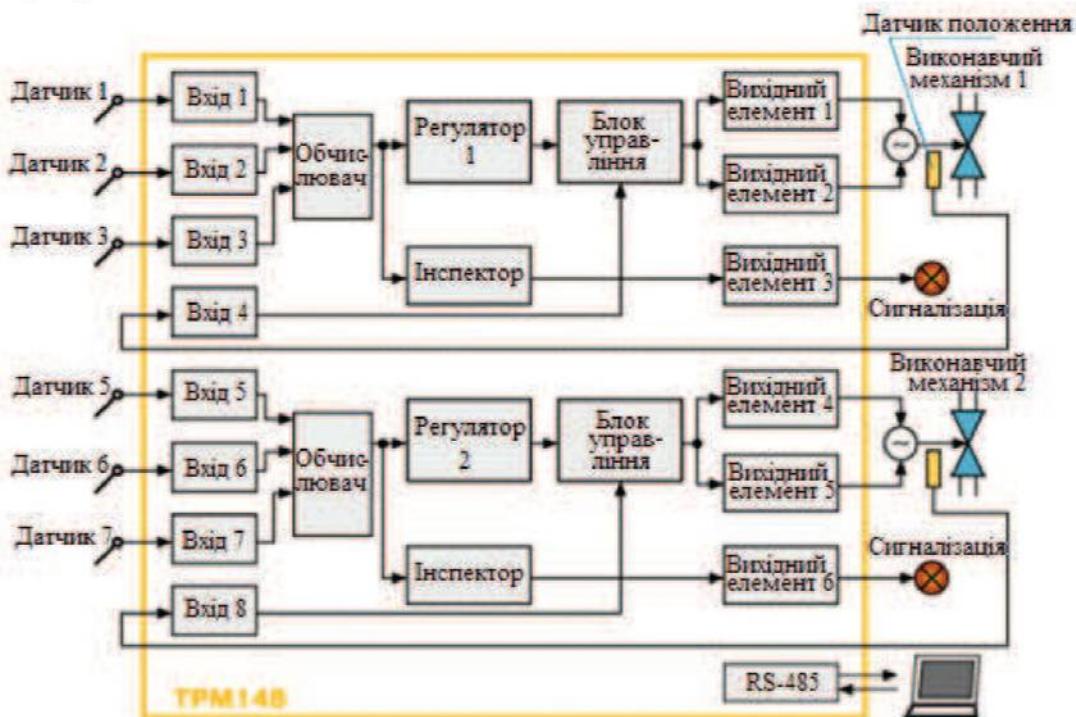


Рисунок 4 – Сигнальні індикатори ПІД-регулятор TPM148

Для взаємодії з автоматизованим робочим місцем (АРМ) оператора, регулятор TPM148 оснащений інтерфейсом RS-485, який дозволяє конфігурувати прилад за допомогою ПК, передавати в мережу поточні значення вимірюваних величин, вихідної потужності регулятора, а також будь-яких програмованих параметрів, отримувати з мережі оперативні дані для генерації керуючих сигналів.

Висновок. Пропорційно-інтегрально-диференціальний (ПІД) регулятор — найефективніший вид регулятора, що забезпечує достатню точність під час управління різноманітними процесами. ПІД-регулятором застосовується в контурах управління для утворення сигналу управління в САУ, що потребують високої якості та точності переходних процесів.

Перелік використаних джерел

- Барало О.В. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування / О.В. Барало, П.Г. Самойленко, С.Є. Гранат, В.О. Ковальов. -К.: Аграрна освіта, 2010. - 557с.
- Климентовський Ю. А., Гладкий А.М. Технічні засоби автоматики. - К: Видавництво «КВІЦ», 2003. -238с.
- ПІД-регулятор TPM148. [Електронний ресурс].- Режим доступу: <https://owen.ua/ru/izmeriteli-regulyatory/universalnyj-pid-regulyator-vosmikanalnyj-oven-trm148>

ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ПЛАТНОГО ПАРКУВАННЯ

Вступ. Постійне зростання автотранспорту в містах країни і відсутність вільних майданчиків змушує різні підприємства і організації шукати вирішення проблеми розміщення машин персоналу і клієнтів. Розробка, виготовлення та експлуатація автоматизованих систем платного паркування, призначені для організації руху і стоянки автомобілів. Гнучка тарифікація дозволяє можливість підвищити економічні показники. Система автоматичного паркування може експлуатуватися в закритих приміщеннях і на відкритих майданчиках при будь-яких погодних умовах.

Мета: Дослідження систем платного паркування, їх структури і технічних засобів автоматизації та шляхів підвищення безпеки.

1. Аналіз архітектури та елементів автоматизованих систем платного паркування

Система платного паркування застосовується на спеціально відведеніх майданчиках для паркування транспортних засобів (ТЗ) з метою автоматизації контролю часу в'їзду/виїзду, тривалості парковки, тарифікації та формування відповідних звітів. Системою платного паркування доцільно обладнувати стоянки автомобілів у торгівельно-розважальних центрів, готельно-ресторанних чи спортивно-оздоровчих комплексів, місця паркування ТЗ на об'єктах транспортної інфраструктури, наприклад на привокзальних площах, у аеропортах [1].

На рисунку 1. наведена структурна схема системи платного паркінгу.

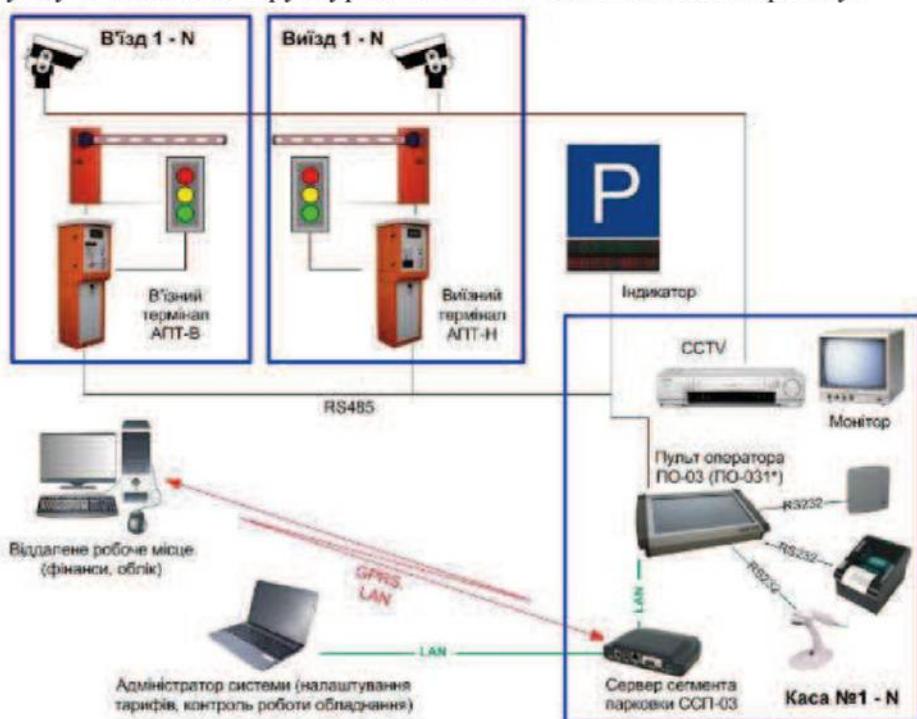


Рисунок 1 - Структурна схема системи платного паркінгу

Технічне обладнання для автоматизованої системи платного паркування наведене на рисунку 2 [2].



Рисунок 2 - Модулі автоматизованої системи платного паркування

За допомогою пульта оператора, працівник парковки здійснює безпосереднє адміністрування системи платного паркування, зокрема встановлення тарифів, проведення розрахункових операцій, управління шлагбаумами, управління принтером талонів на парковку (фіскальних документів), контролює підключення читувача безконтактних карток, виконання функцій сервера парковки, на моніторі оператора відображається службова інформація та за допомогою пульта виводиться інформація для клієнтів, наприклад тарифікацію, наявність на паркінгу вільних місць.

Сервер парковки забезпечує віддалене адміністрування системи виконуючи такі функції, як управління тарифами, введення інформації про користувачів паркінгу, дистанційне формування звітів, збір та передача інформації про/на інші пристрої та системи. Блок зовнішніх з'єднань забезпечує такі основні функції: керування одним шлагбаумом, керування одним світлофором, обробка сигналів контролера індукційних петель, підключення читувача безконтактних карток, підключення індикатора.

В'їздний термінал дозволяє відображати інформацію для користувачів, наприклад тарифікацію чи наявність вільних місць на парковці, службової інформації, видачу паперових талонів на паркування із штрих-кодами або зчитування безконтактних карток, забезпечує обробку інформації від контролера індукційних петель, здійснює керування шлагбаумом в'їзду на парковку та світлофором, виробляє команду управління для системи відеореєстрації, забезпечує двосторонній голосовий зв'язок клієнта з оператором парковки.

Виїздний термінал забезпечує перевірку оплати за допомогою зчитування штрих-кодів із паркувальних талонів або безконтактних карток, обробку інформації від контролера індукційних петель, забезпечує керування шлагбаумом виїзду з паркінгу та відповідним світлофором, відображає службову інформацію, дозволяє забезпечити інтерактивний голосовий зв'язок між клієнтом та оператором парковки, виробляє команди для керування системи відеореєстрації. В'їздний та виїздний термінали, як правило, обладнані вбудованим автоматичним нагрівачем.

Для функціонування системи на об'єкті автоматизації необхідним є встановлення наступного обладнання:

- одного або двох шлагбаумів для суміщеного в'їзду / виїзду або по одному на кожен проїзд відповідно, як наведено на рисунку 3 [1];
- датчики наявності ТС - одноканальний або двоканальний контролер індукційної петлі, або інші датчики, що встановлюються на кожен проїзд по обидва боки шлагбаума;
- світлофори - по одному на кожен проїзд, для забезпечення безпеки руху;
- відеореєстратор – для фіксації заїзду виїзду ТЗ на територію парковки.



Рисунок 3 – Платний паркінг з об'єднаним (а) та вїздом/виїздом роз'єднаним (б)

2. Аналіз зв'язків між компонентами автоматизованої системи платного паркування

На рисунку 4 наведена схема організації зв'язків між елементами системи платного паркування.



Рисунок 4 - Схема організації зв'язків між елементами системи платного паркування

Алгоритм роботи автоматичного паркінгу наступний:

1. Водій ТЗ при вїзді на парковку на вїздному терміналі отримує паркувальний талон. Під час забору талона на контролер поступає сигнал відкривання шлагбаума та перемикання сигналу світлофору. Одразу після вїзду ТЗ шлагбаум закривається. Якщо, з якоїсь причини, автомобіль зупиниться під шлагбаумом, він не вдарить по машині, оскільки індукційні петлі ідентифікують перебування ТЗ під стрілою шлагбаума. При необхідності система оснащується додатковими ІЧ датчиками для підвищення рівня безпеки. При наявності відеoreєстрації відбувається фіксація ТЗ або розпізнавання номерного знаку.

2. Перед виїздом з парковки відбувається сканування паркувального талону і на табло висвічується сума, яку водій повинен оплатити. Оплата послуги паркування відбувається за допомогою платіжного терміналу або за участю касира (у разі контролю вїзду/виїзду оператором) і паркувального талону.

3. Після оплати ТЗ має часовий діапазон для виїзду з паркінгу, значення інтервалу налаштовується.

4. При вїзді оплачений паркувальний талон водій вставляє у вїзний термінал. У разі оплати спрацьовує сигнал керування шлагбаумом та світлофором.

Передбачене також налаштування / переналаштування конфігурації технічного обладнання чи параметрів автоматизованих систем платного паркування (рисунок 5).

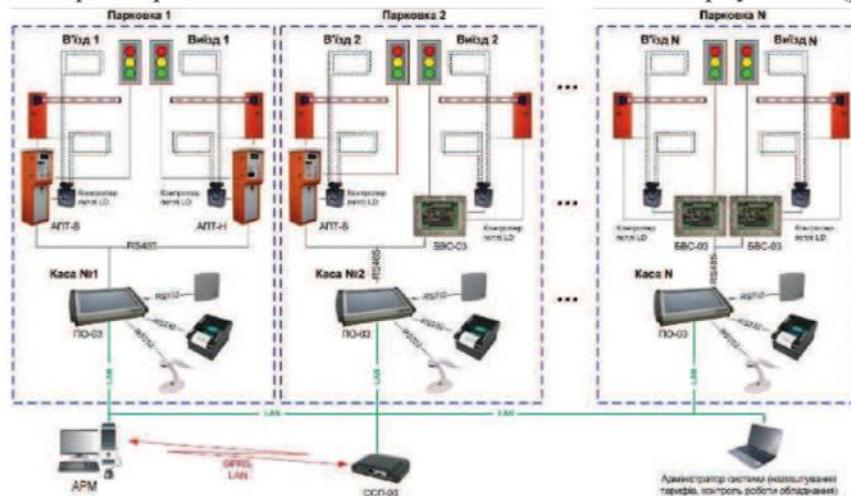


Рисунок 5 – Масштабування автоматизованої системи платної парковки

Висновок. Проведені дослідження дозволяють зробити висновок, що автоматизовані системи платного паркування забезпечують віддалене управління вїздом/виїздом в різних режимах, зокрема в автоматичному (без участі оператора) з використанням постійно діючих талонів або абонементів, перепусток, безконтактних карток або під керуванням оператора. Забезпечують організацію автоматизоване паркування ТЗ із врахуванням часу зайзду/виїзду та тривалості перебування ТЗ на території паркінгу, виконання розрахунку суми до сплати, враховуючи різну тарифікацію, здійснювати відеофіксацію ТЗ, а також забезпечити формування звітності.

Перелік використаних джерел.

1. Виды парковочных систем. [Електронний ресурс].- Режим доступу: http://carparkcity.ru/technical-support/vidi_parkovochnih_sistem.html
2. Паркувальне обладнання. [Електронний ресурс].- Режим доступу: https://www.sea.com.ua/parkovochnoe_oborudovanie/news/parkovalne-obladrnanna

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ПИТНОЇ ВОДИ

Вступ. Автоматизація управління є одним з основних напрямків підвищення ефективності виробництва. Одним з напрямків підвищення ефективності енергетичного виробництва є впровадження мікропроцесорної техніки в системах управління. Широке впровадження автоматизованих систем управління (АСУ) зумовлене ускладненням завдань управління, підвищеннем обсягів інформації, які необхідно обробляти.

Мета: Дослідження методів та технічних засобів віддаленого управління об'єктами управління та шляхів підвищення його безпеки.

1. Аналіз технологічного процесу підготовки питної води

Для виробництва питної води постачальники, як правило, використовують два типи природного ресурсу [1]:

- природну воду, що добута з екологічно чистих джерел;
- природну воду, яку очищують за допомогою спеціального обладнання або систем водопідготовки.

Загальна схема виробництва питної води, очищеної в системі водопідготовки, наведена на рисунку 1 [2].

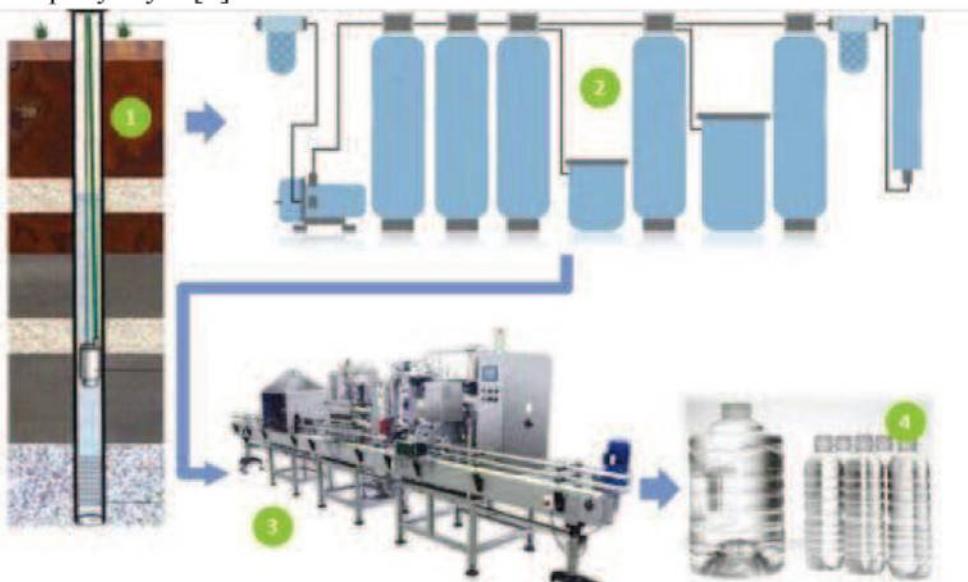


Рисунок 1 – Схема виробництва питної води

Виробництво води, очищеної в системі водопідготовки (рисунок 1), включає наступні етапи технологічного процесу [2]:

1. Видобуток води зі свердловини, яка здійснюється за допомогою насосу і підземного трубопроводу. За допомогою спеціального обладнання вода подається на ділянку водопідготовки в спеціальний резервуар великого об'єму (рисунок 2).

2. Очищення води здійснюється в кілька стадій [1]:

- груба механічна очистка - дозволяє усунути з води великі механічні домішки розміром близько 400 мкм;
- тонке очищення води - очищає природний ресурс від зважених домішок розміром не менше 1 мкм;

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ

- знезараження води сучасними методами - може здійснюватися за допомогою ультрафіолетового випромінювання, хлорування або озонування.



Рисунок 2 – Резервуари очистки води

Після здійснення контролю хімічного складу води, природний ресурс надходить в баки, виготовлені з нержавіючої сталі. За допомогою накопичувальних баків забезпечується безперервне виробництво питної води.

3. Розлив питної води - здійснюється на спеціалізованій лінії, де природний ресурс надходить в окремі тари необхідного обсягу (рисунок 3). Як правило, на заводах розлив води відбувається в автоматизованому режимі, без участі людей.



Рисунок 3 – Лінія розливу питної води

4. Тара з водою закорковується і відправляється на склад готової продукції. Для того щоб захистити продукцію від підробок і здійснити маркування виду води виробники одягають термоусадочні ковпачки різних кольорів на тару [1].

Практично на всіх провідних підприємствах, що виготовляють питну воду, застосовується технологія озонування. Технологія дозволяє зробити знезараження і збагачення питної води киснем. Озонування води здійснюється перед розливом і бутилюванням природного ресурсу. Така очищена вода певного хімічного складу і збагачена киснем благотворно впливає на організм людини, широко використовується в медико-профілактических цілях. Основна перевага технології - консервуючий ефект, що дозволяє тривалий час воді зберігати свої корисні властивості і початковий склад. Для застосування технології у виробничому процесі необхідно закупівля спеціального обладнання, наприклад генератор озону, термокatalітичний деструктор озону, дуплексні осушувачі повітря та ін. Технологія озонування дозволяє відмовитися від хлорування води під час технологічного процесу.

Необхідне обладнання для виробництва питної води [2]:

- насос свердловинний;
- фільтр очищення води;

- видувне обладнання;
- стерильні баки для води;
- лінія приготування та розливу;
- автомат закупорювання пляшок;
- машини для нанесення етикеток.

2. Проектування АСУ технологічним процесом виробництва питної води

Проектована АСУ технологічного процесу (ТП) виробництва питної води має ієрархічну 3-х рівневу структуру, що наведена на рисунку 4.

Ієрархія системи наступна:

- нижній рівень - рівень датчиків і виконавчих механізмів;
- середній рівень - рівень мікропроцесорного комплексу;
- верхній рівень - рівень оперативного управління.

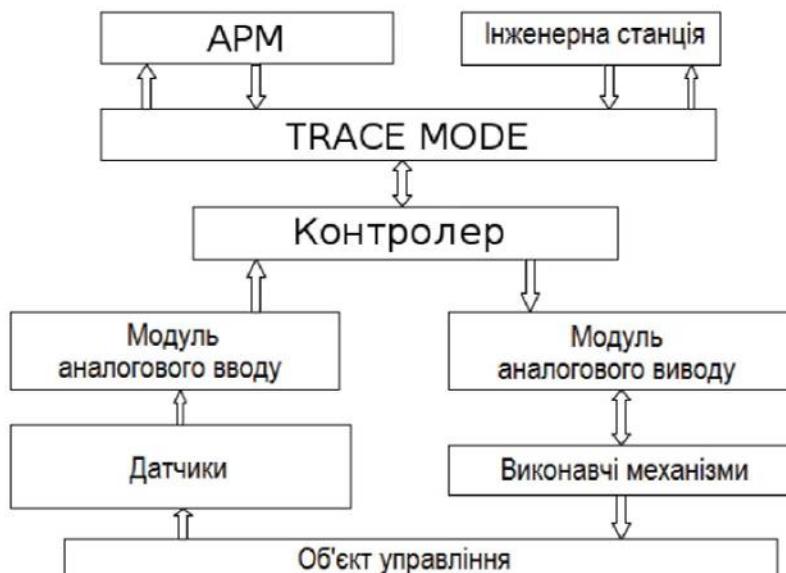


Рисунок 4 - Структурна схема АСУТП

До пристрійств і засобів автоматизації нижнього рівня відносяться всі первинні і вторинні перетворювачі, магнітні пускачі та підсилювачі. Середній рівень (рівень контролю) представлений промисловим контролером. Прилади нижнього рівня приєднуються до контролера за допомогою електричних проводів; сигнал у перетворювачів уніфікований. До верхнього (SCADA-рівня) входять автоматизоване робоче місце (АРМ) оператора, реалізоване на базі персонального комп'ютера та АРМ головного інженера, головного технолога та інших фахівців, що мають доступ до єдиної мережі підприємства.

АРМ виконує наступні функції:

- забезпечення цілодобового обміну інформацією з контролерами;
- обробка отриманої інформації, формування баз даних вимірюваних параметрів, а також передісторії поточних подій;
- відображення отриманої інформації у вигляді таблиць і мнемосхем з можливістю показу, як повного переліку параметрів, так і параметрів по конкретній технологічної підсистемі;
- побудова графіків тенденцій розвитку технологічних процесів;
- дистанційне керування обладнанням;

- формування і друк звітно-облікових документів.

АСУ ТП призначена для оперативного обліку, підтримання заданих значень параметрів технологічного процесу і запобігання виникненню аварійних ситуацій.

Проектована система автоматичного регульовання (САР) [3] об'єкта управління має структуру, наведену на рисунку 5, яка реалізує принцип управління за відхиленням. Дано система є замкненою. Алгоритм роботи системи полягає у прагненні звести помилку управління до нуля.



Рисунок 5 – Структурна схема САР об'єкта управління

Як видно зі структурної схеми САР регульований параметр $Y_T(t)$ порівнюється із заданим значенням $Y_3(t)$. На підставі різниці цих двох величин $\varepsilon(t) = Y_3(t) - Y_T(t)$ виробляється регулюючий вплив, що надходить на виконавчий механізм (ВМ). На об'єкт управління (ОУ) також діє збурюючий вплив (ЗВ) $Q(t)$.

Величина $\varepsilon(t)$, яка називається відхиленням або помилкою системи регульовання, не повинна перевищувати певного значення. Тоді між регульованим параметром $Y_T(t)$ і його заданим значенням $Y_3(t)$ встановлюється цілком певна відповідність, і, змінюючи величину $Y_3(t)$, можна управляти регульованим параметром $Y_T(t)$.

Для порівняння фактичного значення регульованого параметра з його заданим значенням цей параметр подається з виходу ОУ на вход регулятора (на елемент порівняння), в результаті чого утворюється замкнений контур передачі впливів. Регульований параметр через головний зворотний зв'язок подається на вход регулятора зі знаком зворотним по відношенню до вхідного впливу $Y_3(t)$. Тому головний зворотний зв'язок вважається негативним.

Висновок. Проведений аналіз технологічного процесу підготовки та розливу питної води дозволив спроектувати трирівневу архітектуру АСУ ТП виробництва питної води, дозволяє збільшити обсяг продукції, за рахунок чого в загальному підвищити ефективність виробництва, економічність підприємства в цілому, а також поліпшити ергономіку праці операторів процесу. Також запропонована система контролю і управління ОУ, яка призначена для оперативного обліку, підтримання заданих значень параметрів технологічного процесу і запобігання виникненню аварійних ситуацій.

Перелік використаних джерел.

- Ладанюк А.П., Трегуб В.Г., Ельперін І.В. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості. Київ: Аграрна освіта, 2001. – 224 с.
- Гончаренко Б.М., Осадчий С.І., Віхрова Л.Г., Каліч В.М., Дідик О.К. Автоматизація виробничих процесів. - Кіровоград, 2016 - 352 с.
- Попович М. Г., Ковальчук О. В. П58 Теорія автоматичного керування: Підручник. — 2-ге вид., перероб. і догі. — К.: Либідь, 2007. — 656 с.

Сворак С.О.

Тернопільський національний економічний університет

СИНТЕЗ КОНТУРІВ РЕГУЛЮВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕРМІЧНОЮ УТИЛІЗАЦІЄЮ ВІДХОДІВ

Вступ. На сьогодні однією із актуальних проблем в нашій державі є забруднення навколошнього середовища твердими побутовими та промисловими відходами. У більшості випадків дані відходи потрапляють на спеціалізовані земельні ділянки, що призводить до погіршення екологічної ситуації у відповідному регіоні, тому пошук безпечних для довкілля способів утилізації відходів залишається актуальним завданням.

Мета: Дослідження параметрів систем автоматизованого управління термічної утилізації твердих побутових відходів.

1. Аналіз способів та обладнання термічної утилізації відходів

На рисунку 1 наведено класифікацію відомих способів та обладнання для здійснення термічної утилізації відходів [1].

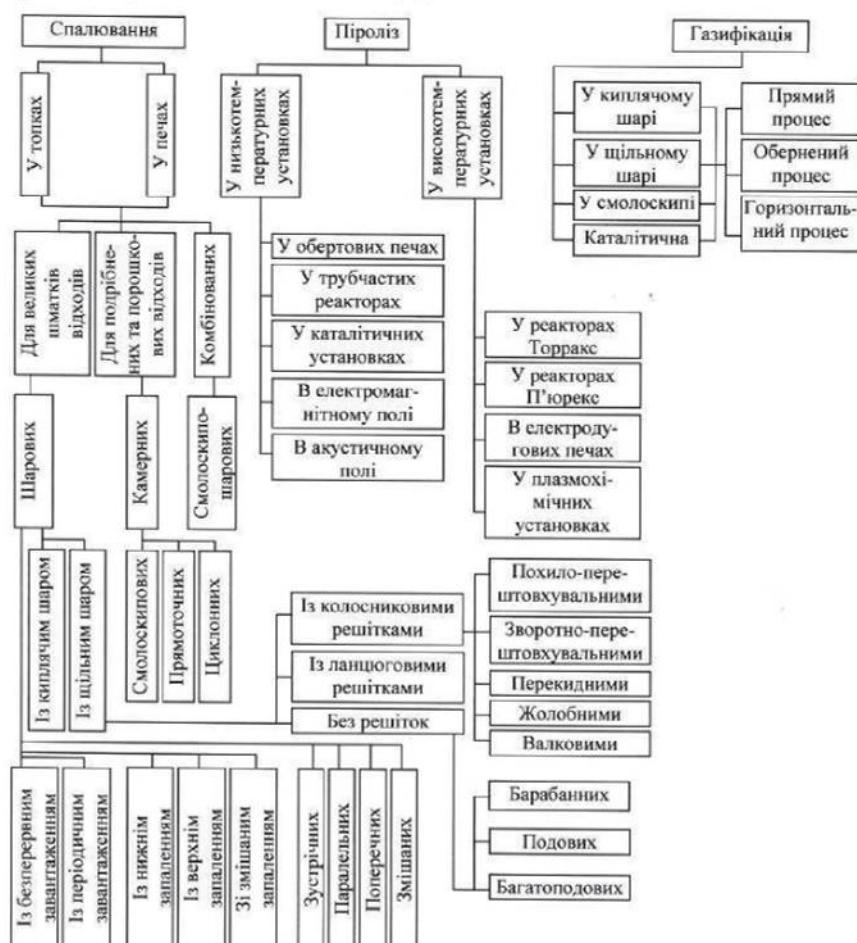


Рисунок 1 - Класифікація термічних способів утилізації відходів та обладнання для їх реалізації

З рисунка 1 видно, що способи можна поділити на три групи: спалювання в печах і топках, піроліз, газифікація. Спалювання є найпоширенішим способом термічного знезараження відходів [2], як відходів промислових виробництв так і

побутових відходів. Здійснюють його в печах і топках різних конструкцій. При цьому топки можуть бути елементом печі або парового котла. Залежно від виду відходів розрізняють шарові печі, що використовуються для спалювання великих шматків відходів, та камерні - для спалювання подрібнених відходів. Комбіновані печі дозволяють спалювати відходи, що містять як великі фрагменти, так і частки у вигляді порошку. Піч для термічної переробки сміття за своєю будовою це корпус, в якому відбувається процес горіння. Під дією високих температур руйнуються молекулярні зв'язки речовин, з яких виготовлені предмети, що дозволяє нейтралізувати їх небезпечні властивості. На рисунку 2 наведена загальна будова печі для термічної утилізації відходів.

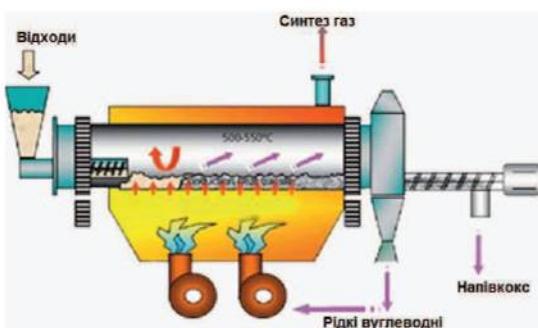


Рисунок 2 – Загальна будова печі термічної утилізації відходів

Принцип дії промислових печей нічим не відрізняється від звичайних пристройів альтернативного типу. Безпосередньо перед розведенням полум'я і переміщенням відходів в піч, вони змішуються з піском до отримання однорідної суміші. Цей процес дозволяє попередити надмірне підвищення температури і неповне згоряння відходів. Важливою умовою є однорідність сміття, оскільки для кожного виду матеріалу виставляється строго певна температура.

По мірі нагрівання суміші механізованим пальником відбувається згорання вуглеводневих молекул, що представляють небезпеку для природи. Деякі моделі мають два і більше контурів для додаткового спалювання вуглецю в газах, які утворюються від первинного спалювання.

В загальному печі для спалювання твердих відходів складаються з:

- камери згорання з джерелом полум'я;
- механізму видалення пилу;
- набору вторинних камер;
- шнеку, вібросита і бункера для транспортування і зберігання сміття;
- розвантажувального механізму;
- системи контролю процесу термічної утилізації.

2. Синтез автоматизованої системи управління термічною утилізацією відходів

Процес термічної утилізації відходів полягає в тому, що спочатку сировина подрібнюється, а потім піддається розкладанню під впливом високих температур. Ця технологія має значні переваги у порівнянні зі звичайним спалюванням відходів, оскільки вона набагато ефективніша і мінімізує потенційні небезпечні фактори, що завдаються навколошньому середовищу. Із аналізу технологічного процесу термічної утилізації відходів у печах та факторів, що впливають на цей процес, отримаємо структурну схему, яка відображає взаємозв'язок між вхідними та вихідними

параметрами (рисунок 2).

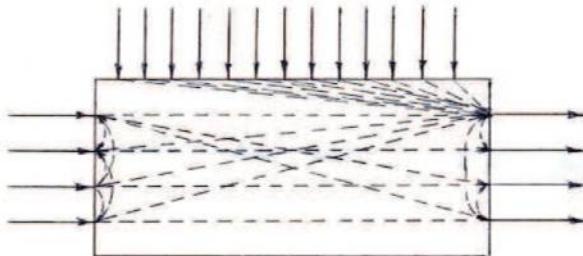


Рисунок 3 - Структурна схема термічної утилізації відходів

Структурна схема термічної утилізації відходів наступні вхідні та вихідні параметри: F_2 – витрата газу; F_{napi} – витрата пари; $F_{d.g.}$ – витрата димових газів; F_n – витрата повітря; t_1 – температура в першій зоні печі; M – вологість в камері згорання; P – тиск розрідження; $F_{cnpb.}$ – співвідношення витрат «паливо-повітря»; m_3 – маса відходів; f_3 – форма відходів; Q_b – якісні показники відходів; t_b – температура відходів; $t_{n.c}$ – температура навколишнього середовища; M_b – вологість відходів; K_1 – коефіцієнт теплопередачі від димових газів до пекарної камери; K_2 – коефіцієнт теплопередачі від пари до камери згорання; K_3 – коефіцієнт теплопередачі від газового середовища в топці до камери згорання; K_4 – коефіцієнт теплопередачі від каналів до камери згорання; C_1 – питома теплоємність повітря; C_2 – питома теплоємність газу; φ – площа теплопередачі.

З структурної схеми видно, що основними вихідними величинами є температура на виході з камер згорання, температура та вологість в камерах згорання. На температуру в камерах згорання впливають витрата первинного та вторинного повітря, витрата газу, температура технологічного потоку, температура навколишнього середовища печі, склад газу C_2 . На температуру на виході з камери згорання впливають витрата і склад газу, а також витрата первинного повітря, на вологість в пекарній камері впливають: вологість пари, φ , температура технологічного потоку та температура в пекарній камері. Зі структурної схеми взаємозв'язку між технологічними параметрами об'єкта управління можна зобразити висновок про доцільність наступних контурів регулювання:

- регулювання температури в першій зоні печі;
- регулювання вологості в камерах згорання;
- регулювання тиску розрідження в топці;
- регулювання співвідношення «паливо-повітря».

З структурної схеми видно, що основними збуреннями є склад відходів, тобто параметри які необхідно стабілізувати не в процесі утилізації, а в процесі проведення підготовки. Тому при аналізі процесу утилізації дані параметри можна вважати сталими. Вплив коефіцієнтів теплопередачі необхідно враховувати при конструюванні печі і проведенні теплоізоляційних робіт. Розглянемо окремо кожен з контурів регулювання.

Зі структурної схеми термічної утилізації відходів (рисунок 3) видно, що на температуру впливають: витрати газу, пари, димових газів, повітря, коефіцієнти теплопередачі K_1 ; K_2 ; K_3 ; K_4 ; теплоємності теплоносіїв C , площа теплопередачі φ . Врахувавши, що по кожному каналу є функція передачі, то структурна схема по каналу регулювання температури в першій зоні печі матиме вигляд, наведений на рисунку 4.

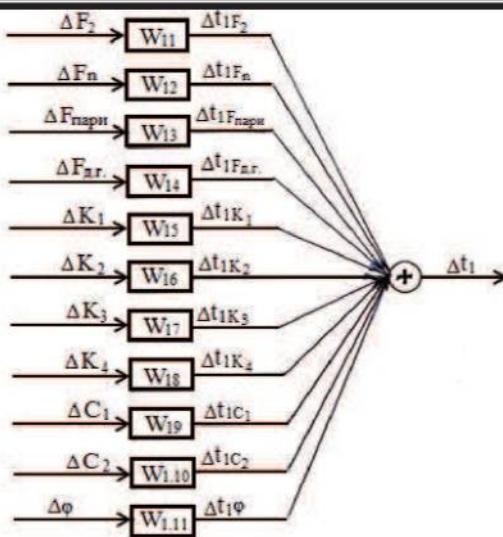


Рисунок 4 Структурна схема по каналу регулювання температури

На вологість в камері згорання впливають: температура в печі та витрата пари. Враховуючи функцію передачі по кожному каналу, отримуємо структурну схему по контуру регулювання вологості в камері згорання наведену на рисунку 5.

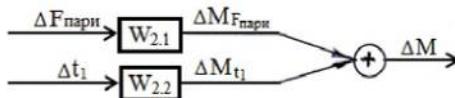


Рисунок 5 - Структурна схема по каналу регулювання вологості

На тиск розріженння в топці впливають: витрата димових газів, співвідношення витрат «паливо-повітря», витрата газу, витрата повітря. Структурна схема по каналу регулювання тиску розріженння в топці (рисунок 6).

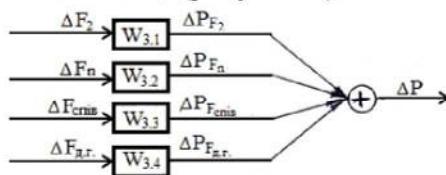


Рисунок 6 - Структурна схема по каналу регулювання тиску розріженння в топці

На співвідношення «паливо-повітря» впливають параметри: витрата повітря та газу, температура в печі, відповідна схема регулювання наведена на рисунку 7.



Рисунок 7 - Структурна схема по каналу регулювання співвідношення «газ-повітря»

Висновок. Досліджено взаємозв'язок між технологічними параметрами об'єкта управління, печі для термічної утилізації відходів. Синтезовано структурні схеми по каналах регулювання температури, вологості, тиску розріженння в топці та співвідношення «газ-повітря».

Перелік використаних джерел

- Севостьянов І.В. Дослідження обладнання для спалювання відходів харчових виробництв // Машинобудування та транспорт. Наукові праці ВНТУ, 2015, № 3.- с. 1-9.
- Сміттєпереробні заводи: як це працює у світі. [Електронний ресурс].- Режим доступу: <https://ecolog-ua.com/news/smittyepererobni-zavody-yak-se-pracyuye-u-sviti>.

Грига В.В.

Тернопільський національний економічний університет

РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ПИВОВАРІННЯ

Вступ. Синтез ПД-регулятора дозволяє покращити не лише якість роботи системи автоматизованого управління (САУ), але й швидкість, що є важливою характеристикою. В АСУ виробництва пива, наприклад це забезпечує рівну подачу води в систему в потрібний момент часу, що напряму впливає на якість пивного продукту на виході.

Мета: Синтез автоматизованої системи управління технологічним процесом виробництва пива з ПД регулятором.

1. Дослідження стійкості автоматизованої системи управління

Розглянемо окремий процес системи управління виробництвом пива, а саме процес подачі води при затиренні сусла. Передавальні функції контуру системи матимуть вигляд [1]: $W_m(s) = \frac{1}{6s+1}$ - передавальна функція механізму керування; $W_{OK}(s) = \frac{16}{12s+1}$ - передавальна функція об'єкту керування; $W_n(s) = 1$ - загальна передавальна функція датчиків та підсилювачів. Датчики керування не задають впливу на систему, тому ними можна знехтувати. Схема контуру системи, побудовано в середовищі MatLab, наведена на рисунку 1.

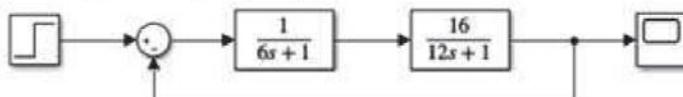


Рисунок 1 - Схема контуру системи

Перехідна характеристика - це реакція ланки системи на одиничний стрибок [2]. Знайдемо перехідну характеристику об'єкта керування (ОК) за формулою: $h(t) = L^{-1} \left\{ \frac{W(s)}{s} \right\}$. Імпульсна характеристика це реакція ланки системи на дельта-функцію. Загальна формула знаходження імпульсної характеристики має вигляд [2]: $\omega(t) = L^{-1} W(s)$, де L – оператор перетворення Лапласса. Результат моделювання наведений на рисунку 2 перехідної (а) та імпульсної (б) характеристики.

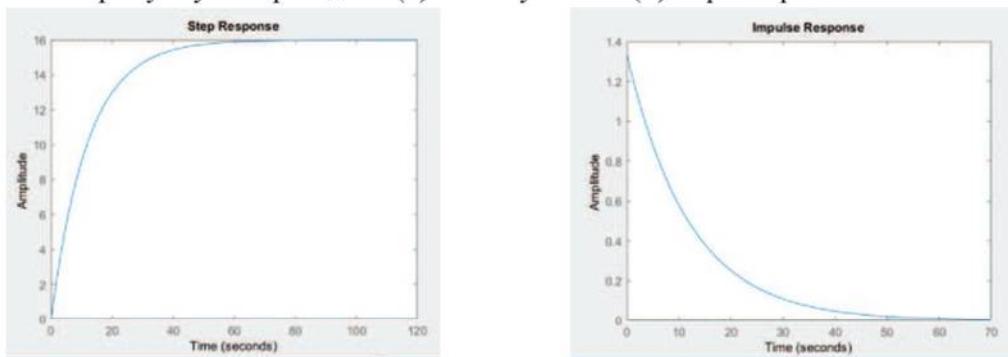


Рисунок 2 – Результати моделювання

Частотна характеристика зображується у вигляді амплітудо-фазо-частотної характеристики (АФЧХ) [3] - це крива, що описується кінцем вектору комплексної передавальної функції при зміні частоти ω від 0 до $+\infty$. АФЧХ системи наведена на рисунку 3 (а).

За умовою: нахил – 0 дБ/декаду; рівень – $20\lg k = 20\lg 12 = 21,6$; спряжена частота – $1/T = 1/16 = 0,075$. Фазова характеристика складе [1]: $\varphi(\omega) = -\arctg(T\omega) = -\arctg(0,075\omega)$, де $T = 0,075$ – спряжена частота.

Логарифмічна частотна характеристика зображується у вигляді логарифмічної амплітудо-фазо-частотної характеристики (ЛАФЧХ), що будується на логарифмічній сітці по передавальній функції системи [3]. ЛАФЧХ системи наведена на рисунку 3 (б).

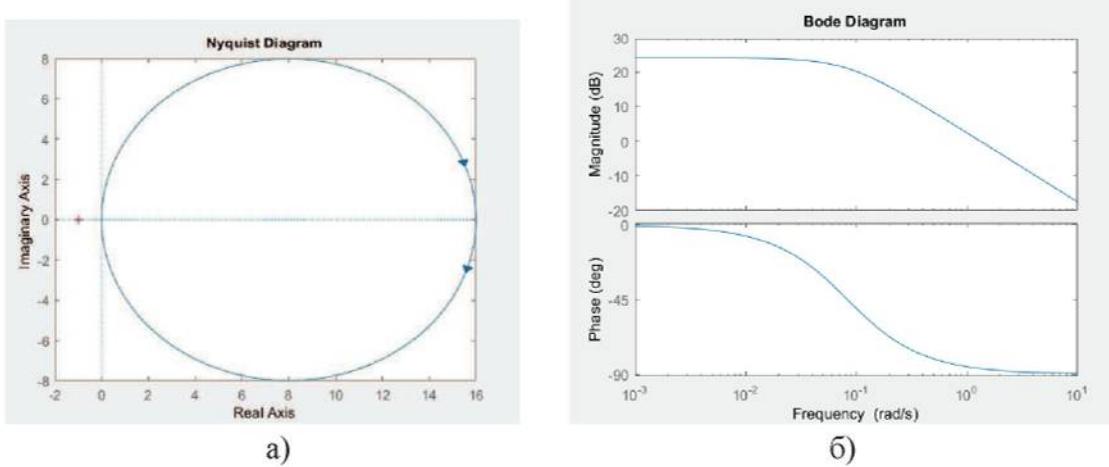


Рисунок 3 – Результати моделювання

Якість АСУ - це показник перехідного процесу і помилка в сталому [1]. За допомогою моделювання в MatLab, отримуємо перехідну характеристику системи. Визначимо показники якості перехідного процесу за перехідною характеристикою системи (рисунок 4).

Для проведення аналізу стійкості, необхідно використати два методи перевірки. Такими методами є застосування критеріїв Гурвіца та Михайлова. Знайдемо передавальну функцію розімкненої системи. Вона матиме вигляд:

$$W_p(s) = W_M(s) * W_{OK}(s) = \frac{2}{6s+1} * \frac{16}{12s-1} = \frac{16}{72s^2 + 18s + 1}.$$

Передавальна функція замкненої системи:

$$W(s) = \frac{W_p(s)}{1 + W_p(s)} = \frac{16}{72s^2 + 18s + 17}.$$

Характеристичний поліном матиме вигляд:

$$D(s) = 72s^2 + 18s + 17.$$

За методом Гурвіца [2]: характеристичний поліном – поліном другого порядку, тоді умова стійкості – коефіцієнти повинні бути більші нуля. Розглянемо: $a_2 = 17 > 0$, $a_1 = 18 > 0$, $a_0 = 72 > 0$. Оскільки коефіцієнти характеристичного поліному більші нуля, система є стійкою.

За методом Михайлова [3]: система є стійкою, якщо при зростанні частоти нулі уявної та дійсної функції чередуються. Характеристичний поліном: $D(s) = 72s^2 + 18s + 17$. Комплексний вигляд даного поліному матиме вигляд: $D(j\omega) = 72\omega^2 + 18\omega + 17$.

Необхідно виділити дійсну та уявну частини. Маємо: $U(\omega) = 17 - 72\omega^2$; $V(\omega) = 18\omega$.

Нулі дійсної частини: $U(\omega) = 17 - 72\omega^2 = 0$, $\omega_{1,2} = \sqrt{\frac{17}{72}} = \pm 0.4859$. Нулі уявної частини:

$18\omega=0 \Rightarrow \omega_1 = 0$. Для перевірки чергування нулів побудуємо таблицю. Результати показані нижче (таблиця 1).

Таблиця 1 – Результат перевірки стійкості методом Михайлова

ω	-0,4859	0	0,4859
$V(\omega)$	0	-	0
$U(\omega)$	-	0	-

В таблиці 1 показано, що при збільшенні частоти ω нулі уявної $V(\omega)$, та дійсної $U(\omega)$ частин чергуються, отже система є стійкою. Система побудована без використання регулятора. Знайдемо її основні показники якості (рисунок 4):

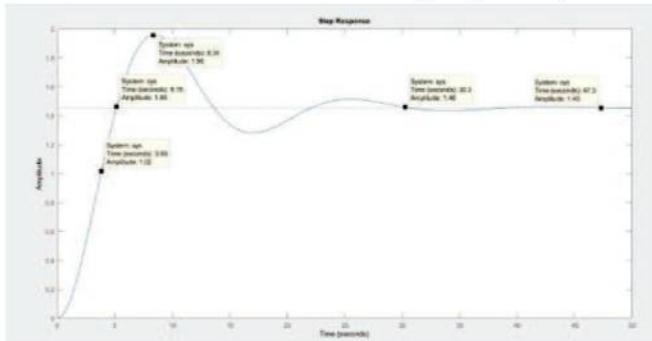


Рисунок 4 – Перехідна характеристика без регулятора

Показники якості системи: $h_{\max}=1,96$; $h_{\text{вс}t}=1,45$; $t_{\text{вс}t}=5,15\text{c}$; $t_{\text{per}}=30,3\text{c}$;
 $\delta = \frac{h_{\max} - h_{\text{вс}t}}{h_{\text{вс}t}} \cdot 100\% = \frac{0.51}{1.45} \cdot 100\% = 35.2\%$.

2 Синтез системи автоматичного регулювання з ПІД регулятором

Для оптимізації отриманих результатів необхідно покращити систему регулювання. Для цього, до системи необхідно під'єднати цифровий регулятор. Для синтезу систем такого типу найкраще підходить пропорційно-інтегрально-диференційний (ПІД) регулятор. Передавальна функція ПІД – регулятора, має вигляд:

$W_{\text{ПІД}}(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d * s$, де K_p – коефіцієнт пропорційності, K_i – коефіцієнт інтергрувальної частини, K_d – коефіцієнт диференціальної частини [1].

Для побудови такої системи необхідно знайти передавальні функції замкненої та розімкненої систем. Маємо:

$$W_3(s) = \frac{W_{po3}(s)}{W(s)}, \quad W_3(s) = \frac{W_{po3}(s)}{W_{po3}(s)+1} = \frac{16K_d s^2 + 16K_p s^2 + 16K_i}{72s^3 + (16K_d s^2 + 18)s^2 + (16K_p s^2 + 1) + 16K_i};$$

$$W_{po3}(s) = W_{\text{ПІД}}(s) * W_{\text{ок}}(s) = (K_p + \frac{K_i}{s} + K_d * s) = \frac{16}{72s^2 + 18s + 1} * \frac{16K_d s^2 + 16K_p s^2 + 16K_i}{72s^3 + 18^2 + 1}.$$

Запишемо характеристичний поліном замкненої системи. Маємо:

$$D(s) = 72s^3 + (16K+18)s^2 + (16K+1) + 16K, \text{ звідси } D(s) = s^3 + (\frac{2K_d}{9} + \frac{1}{4})s^2 + (\frac{2K_p}{9} + 72)s + \frac{2K_i}{9}.$$

Запишемо характеристичний поліном в загальному вигляді. Маємо:
 $s^3 + 3\eta * s^2 + 3\eta^3 * s + \eta^3$, де η – запас стійкості. Знайдемо:

$$\frac{2K_i}{9} = \eta^3 \Rightarrow K_i = \frac{9\mu^3 2}{9}; \quad \frac{2K_p}{9} + \frac{1}{72} = 3\eta^3 \Rightarrow K_p = (3\eta^2 - \frac{1}{72}) * \frac{9}{2}; \quad \frac{2K_d}{9} + \frac{1}{4} = 3\eta \Rightarrow K_d = (3\eta - \frac{1}{4}) * \frac{9}{2}.$$

Визначимо коефіцієнти ПД-регулятора при запасі стійкості $\eta=2$: $K_i=36$; $K_p=26,9$; $K_d=25,9$. Для точної перевірки отриманих результатів необхідно побудувати систему з ПД-регулятором, та порівняти отримані показники. Побудована система наведена на рисунку 5.

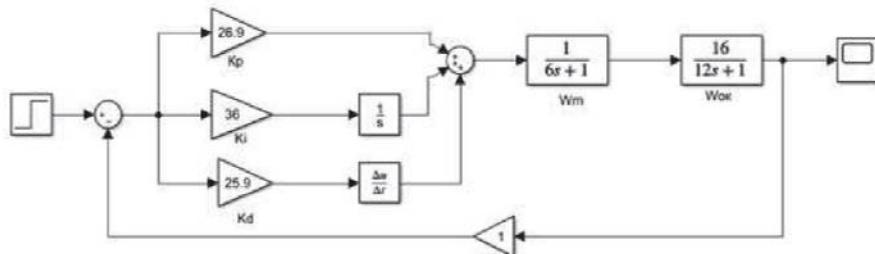


Рисунок 5 – Система з ПД - регулятором

На рисунку 6 наведені результати моделювання системи з ПД регулятором (а) показують, що система значно покращилася. Переходна характеристика системи наведена на рисунку 6 (б). Для порівняння результатів побудовано таблицю 2.

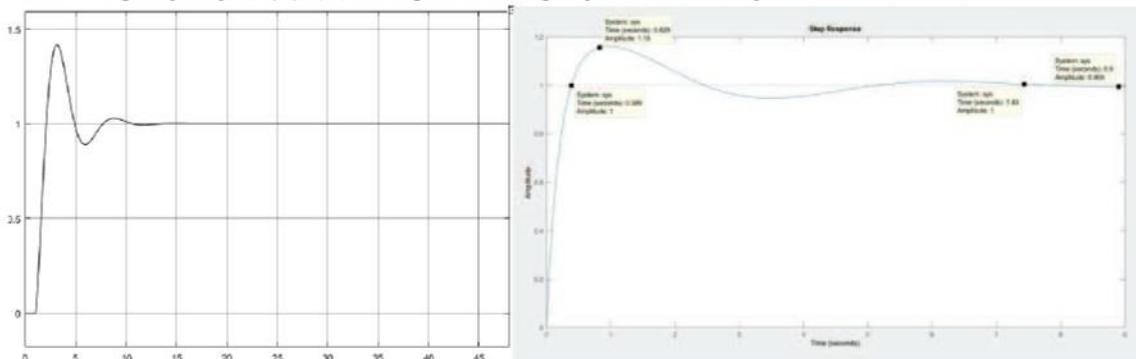


Рисунок 6 – Результат моделювання системи з ПД-регулятором

Таблиця 2 – Порівняння показників регулювання

Показник якості	Система без регулятора	Система з регулятором
h_{\max}	1,96	1,16
h_{BCT}	1,45	1
t_{BCT}	5,15	0,4
t_{per}	30,3	7,43
$\delta, \%$	35,2	16

Висновок. Порівнявши отримані результати, можна зробити висновок, що усі якісні показники системи покращилися.

Перелік використаних джерел

1. Попович М.Г., Ковалчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. — 2-ге вид., перероб. і доп. — К.: Либідь, 2007. — 656 с.
2. Семенцов Г.Н. Теорія автоматичного керування: Підручник. / Г.Н. Семенцов—Івано-Франківськ: Факел, 1999.— 610 с..
3. Зайцев Г.Ф. та ін. Теорія автоматичного управління / Г.Ф. Зайцев, В.К. Стеклов, О.І. Бріцький; За ред. Г.Ф. Зайцева. — К.: Техніка, 2002. — 688с.

**ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ
УСТАНОВОК КЛІМАТ-КОНТРОЛЮ**

Вступ. Сучасні технічні та організаційні системи управління – це складні інформаційно-технологічні комплекси на основі потужних комп'ютерних мереж. Системи управління є засобами, що забезпечують мобільність та ефективність сучасної промисловості та економіки промислового розвинутих країн. На теперішній час більшість об'єктів виробничої діяльності не можуть ефективно функціонувати без складних організаційних та технічних систем управління.

Сучасна інформатизація суспільства вимагає побудови сучасних автоматизованих систем управління (АСУ) різними об'єктами. Стрімкий розвиток науки та техніки вимагає прогресивних рішень та пошуку нових моделей, методів, засобів та технологій побудови сучасних засобів автоматизації та комп'ютеризованих систем управління (КСУ).

Мета. Основною метою є дослідження методів та технічних засобів віддаленого управління об'єктами керування та шляхів підвищення ефективності функціонування в різних режимах роботи і його безпеки.

1. Аналіз технологічного процесу вимірювання температури та вологості

Автоматизована система моніторингу температури і вологості в приміщенні представлена трьома ієрархічними рівнями [1]:

- до складу першого (нижнього) рівня входять сенсори температури і вологості (термогігрометри) C2000-BT;

- другий (середній) рівень представлений для наглядного прикладу контролером C2000-КДЛ-Modbus. Реалізована підтримка до 63-х сенсорів температури і вологості в частині підключення до одного контролера. Всі алгоритми готові і вимагають тільки настройки.

- третій (верхній) рівень включає в себе автоматизоване робоче місце (АРМ) оператора на базі SCADA системи, поєднане з функціями сервера архівування.



Рисунок 1 – Архітектура автоматизованій системи моніторингу температури і вологості в приміщенні

Значення температури і вологості з сенсорів надходять на контролер, проходять первинну обробку і далі по цифровому інтерфейсу RS485 передаються на АРМ оператора з метою їх відображення, подальшої обробки та зберігання. Таку загальну архітектуру автоматизованої системи моніторингу представляє рисунок 1.

Основними перевагами використання таких систем моніторингу є [2]:

- своєчасне надання оперативному персоналу якісної інформації про температурно-вологісний режим будівлі з прив'язкою до реального планування споруди в цілому;
- забезпечення можливості масштабування і нарощування функціонала системи;
- можливість розширення системи моніторингу температури і вологості до повномасштабної АСУ життєзабезпеченням будівлі;
- мінімізація витрат на виконання інженерних робіт;
- довготривале зберігання отриманих даних;
- оптимальне співвідношення «ціна-якість» такої системи.

Автоматизована система управління технологічним процесом (АСУ ТП) мікроклімату на підприємствах і у виробничих цехах застосовується для забезпечення заданого рівня вологості та температури, що дає можливість комфортно та безпечно функціонувати устаткуванню і персоналу.

Об'єктом управління і контролю є установки кондиціонування і вентиляції, що забезпечують мікроклімат:

- на виробничих лініях (температура і вологість з підвищеною точністю);
- у виробничих приміщеннях (температура і вологість з підвищеною точністю);
- в адміністративному корпусі (тільки температура);
- в підсобних приміщеннях (тільки температура).

Для підтримки мікроклімату на виробничих лініях і в виробничих приміщеннях використовується три однотипних установки кондиціонування і вентиляції, що складаються з:

- керованого вхідного клапана, через який відбувається забір повітря;
- контролюваних фільтруючих елементів, які виробляють очищене повітря, що поступає від механічних забруднювачів;
- керованого частотно-регульованого приводу вентилятора, що забезпечує потрібну витрату повітря для подачі його споживачам;
- керованого вузла рекуперації температури (роторний рекуператор, нагріває зовнішнє повітря, яке надходить, за рахунок тепла, що видаляється з приміщень з повітрям без фізичного змішування потоків);
- двох керованих вузлів підігріву повітря (два водяних калорифера);
- керованого вузла охолодження повітря (водяний охолоджувач з циркулюючою в ньому охолодженою водою), вузол охолодження спільно з одним з вузлів нагріву також утворює вузол осушення повітря;
- керованого вузла підвищення вологості повітря (водяний двоступеневий парогенератор);
- витяжної системи, що складається з керованого вентилятора, фільтра і вихідного клапана;

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ

- різних сенсорів температури і вологості, кінцевих вимикачів та інших пристрій, які контролюють вузли агрегатів на кожному етапі підготовки повітря.

Повномасштабна АСУ ТП, що включає систему автоматичного регулювання (САР) всіх установок кондиціонування, систему блокувань і захистів. АСУ ТП здійснює інформаційне забезпечення роботи оперативного персоналу, управління роботою обладнання установок кондиціонування, дає можливість задавати параметри автоматичного режиму [3].

Функціональна схема АСУ ТП представлена на рисунку 2.

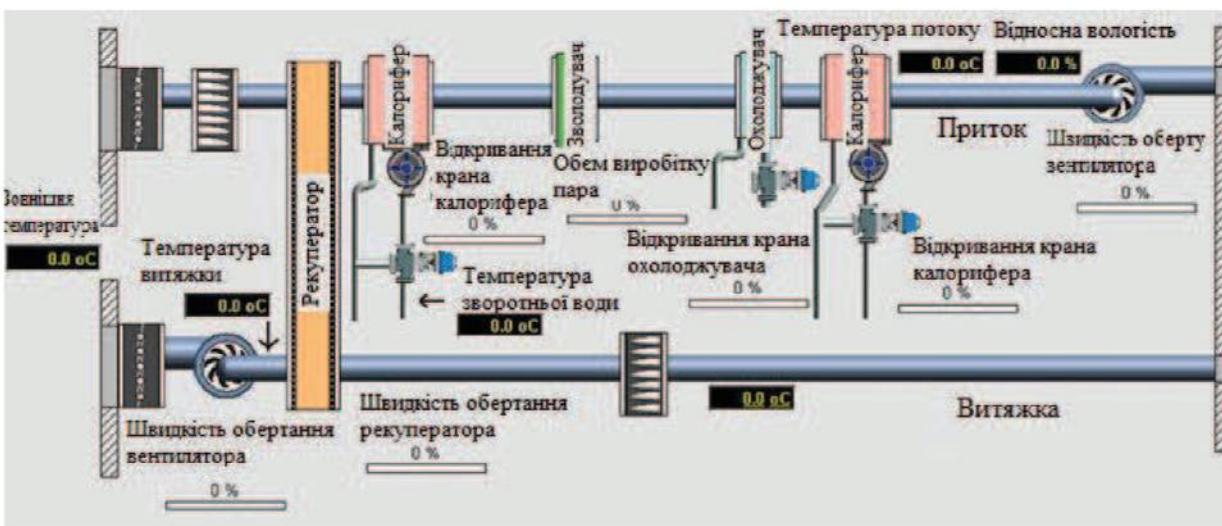


Рисунок 2 – Функціональна схема АСУ ТП промислової установки мікроклімату

До основних функцій системи відносять:

- автоматизоване управління вузлами КК з підтриманням заданих параметрів;
- реалізація складних алгоритмів контролю і управління;
- інформаційне забезпечення роботи оператора;
- ведення архіву та перегляд архівної інформації за основними параметрами обмін інформацією з АСУ підприємством.

2. Проектування АСУ технологічним регулюванням температури і вологості

Проектована АСУ ТП має ієрархічну 3-х рівневу структуру описану вище, яка дає можливість поетапного функціонування її основних блоків. В даному випадку терморегулятор управляє собою теплову гармату (тепловентилятор), до складу якої входять нагрівач і вентилятор.

Аналогічна схема може застосовуватися для багатоканальних терморегуляторів: кожен канал може керувати незалежною нагрівачем (холодильником) і контролювати відповідні температури нагріву (в потрібних зонах нагріву). При цьому периферія для терморегулятора (крім, звичайно, сенсорів температури) являє собою різні комутаційні пристрої.

Потужні силові - для включення навантажень (нагрівачів, вентиляторів, холодильників (чілерів)). Керуючі комутаційні пристрої - реле часу, блоки реле, а також кнопки, індикатори, засоби світлової та звукової сигналізації - дозволяють реалізувати, як правило, нескладний алгоритм контролю і управління процесом при

двох- і трьохпозиційному регулюванні (рисунок 3).

Системи автоматичного регулювання (САР) застосовуються для регулювання окремих параметрів (температура, вологість, тиск і т.д.) в об'єкті управління. У сучасних системах автоматичного управління (САУ) системи автоматичного регулювання є підсистемами САУ і їх застосовують для регулювання різних параметрів при управлінні об'єктом або процесом [4].



Рисунок 3 - Структурна схема АСУ ТП з реалізацією одноканального двохпозиційного регулювання температури

Принцип дії будь-якої системи автоматичного регулювання (САР) полягає в тому, щоб виявляти відхилення регульованих величин, що характеризують роботу об'єкта або протікання процесу від необхідного режиму і при цьому впливати на об'єкт або процес так, щоб усувати ці відхилення.

На рисунку 4 приведена функціональна схема САР, що показує загальний принцип роботи будь-якої системи автоматичного регулювання.

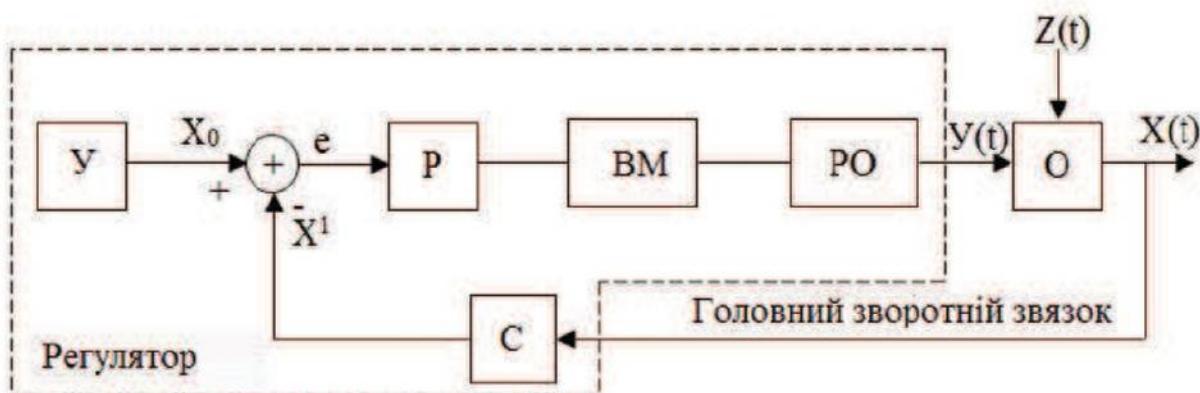


Рисунок 4 – Функціональна схема САР

Рисунок 4 включає наступні елементи:

- У - установщик, для установки заданого значення параметра X_0 ;
- С - сенсор (термопара, терморезистор, сенсор рівня, швидкості та ін. для різних систем);
- Р – регулятор;
- ВМ - виконавчий механізм (електричний двигун з редуктором,

пневмоцилінди і ін.);

- РО - регулюючий орган (кран, вентиль, засувка і ін.);
- О - об'єкт регулювання (піч, електричний двигун, резервуар і ін.);
- У - регулюючий (керуючий) вплив;
- Z - перешкода (збурення);
- X - регульований параметр;
- X^1 - сигнал на виході сенсора;
- $e = X^1 - X_0$ - помилка, що виникає при відхиленні параметра від завдання;
- X_0 - задане значення регульованого (керованого) параметра може бути постійним X_0 або змінним (U_t).

Сигнал з сенсора може бути:

- постійно $X_0 = \text{const}$, для підтримання сталості регульованого параметра температури, вологості, тиску і т. д.;
- може змінюватися в часі $U(t)$ за певною програмою (програмне регулювання);
- може змінюватися в часі $U(t)$ відповідно до того що вимірюється зовнішнім процесом.

Для здійснення автоматичного регулювання до регульованого об'єкту підключається автоматичний регулятор, що виробляє керуючий вплив на регулюючий орган. Це керуючий вплив виробляється регулятором в залежності від різниці між поточним значенням регульованої величини (температури, вологості, тиску, і т.д.), яка вимірюється сенсором, і бажаним її значенням, що встановлюються установщиком. Регульований об'єкт і автоматичний регулятор разом утворюють систему автоматичного регулювання. Основною ознакою САР, є наявність головного зворотного зв'язку, по якій регулятор контролює значення регульованого параметра.

Висновок. Проведений аналіз технологічного процесу роботи систем клімат-контролю для виробничих приміщень та заміських будинків дозволив спроектувати трирівневу архітектуру АСУ ТП контролю параметрів температури та вологості, дозволяє збільшити ефективність роботи виробничих цехів та комфортного перебування персоналу на виробництві, за рахунок чого в загальному підвищити ефективність виробництва, економічність підприємства в цілому, а також поліпшити ергономіку праці операторів процесу. Також запропонована система контролю і управління ОУ, яка призначена для оперативного обліку, підтримання заданих значень параметрів технологічного процесу і запобігання виникненню аварійних ситуацій.

Перелік використаних джерел.

1. Ананьев В.А. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика / Л.Н. Балуева, А.Д. Гальперин, А.К. Городов, М.Ю. Еремин, С.М. Звягинцева, В.П. Мурашко, И.В. Седых - М.: «Евроклимат», 2003. - 460 с.
2. Шишов О.В. Технические средства автоматизации и управления. Учебное пособие / О.В. Шишов. - М.: Издательство «ИНФРА-М», 2012. - 397 с
3. Гончаренко Б.М., Осадчий С.І., Віхрова Л.Г., Каліч В.М., Дідик О.К. Автоматизація виробничих процесів. - Кіровоград, 2016 - 352 с.
4. Попович М. Г., Ковальчук О. В. П58 Теорія автоматичного керування: Підручник. — 2-ге вид., перероб. і догі. — К.: Либідь, 2007. — 656 с.

Денисов С.В.¹, Галущак В.О.¹, Вдовиченко В.А.¹

¹Тернопільський національний економічний університет

МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ДРОБЛЕННЯМ РУДИ

Вступ. Основною вимогою до процесу подрібнення руди є зменшення розміру кусків матеріалу до заданого розміру. Проблема автоматичного управління процесом дроблення полягає в підтримці заданого розміру кінцевого продукту, що подається в дробильну камеру, забезпечення оптимального завантаження машини, отримання максимально якісного виходу кінцевого продукту і мінімізація затрат, часу енергії та інших ресурсів.

Мета. Основним завданням автоматизації процесу дроблення полягає в забезпеченні рівномірного завантаження дробильного агрегату на всіх стадіях дроблення з різними за габаритами фракціями і твердістю матеріалу, що надходить із завантажувального бункера.

1 Побудова передавальної функції системи автоматичного управління дробарки

На рисунку 1 показано схему автоматичного регулювання роботи первинного вузла дробильної установки.

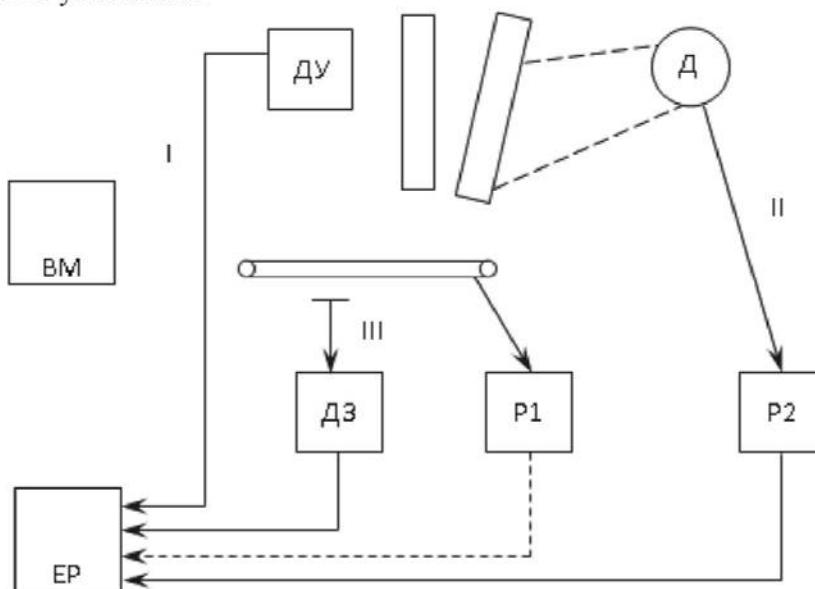


Рисунок 1 – Схема автоматичного регулювання роботи вузла дробильної установки

Вузол первинного дроблення складається з приймального бункера, пластинчастого живильника і щокової дробарки.

В наведений на рисунку системі автоматичного регулювання роботи вузла дробильної установки здійснюється автоматичне регулювання завантаження дробарки первинного дроблення із застосуванням в якості керованої величини рівня матеріалу в одержуваному етапі дробарки застосовують кілька систем таких, як сили струму електродвигуна і потужності, споживаної двигуном дробарки. Як зображене на схемі регулювання роботи дробарки, першою системою (I) контролюється рівень матеріалу в дробильному просторі за допомогою реле часу дробильної установки (ДУ), сигнал від

якого подається в електро-регулятор (ЕР) і через виконавчий механізм (ВМ), що робить вплив на пластинчастий живильник: якщо рівень матеріалу вище керованого, і швидкість руху стрічки періодично змінюється з вищої на нижчу, при багатошвидкісних двигунах, або відключається при одношвидкісних [1].

У другій системі (ІІ), яка виконує управління дробарки за потужністю двигуна (D), в якості чутливого елемента використовується датчик зчитування навантаження (P). При збільшенні споживаної потужності спрацьовує виконавчий механізм і відключається живильник або перемикає швидкість руху його стрічки з вищої на нижчу.

При подрібненні матеріалу нижчої твердості, коли двигун обладнання працює в режимі, наближенному до холостого ходу, для безвідмовної роботи транспортера передбачена третя частина системи управління (ІІІ), яка регулює швидкість подачі живильника дробарки, яка залежить від заповнення цього транспортера (по датчику потужності двигуна P_2 або по датчику зважуючого пристрою D_3).

При здійсненні управління в якості вхідного регулюючого впливу розглядається продуктивність живильника $Q_{\text{ж}}$, а як вихідна регульована величина – продуктивність дробарки Q_D . Прийнявши незмінними параметри механічного режиму щокові дробарки крупного дроблення – кут захоплення α і хід рухомої щоки S незмінними, в якості збурюючого впливу f – зміну міцності матеріалу, що подрібнюється σ , отримаємо модель об'єкта управління [2] представлений на рисунку 2.

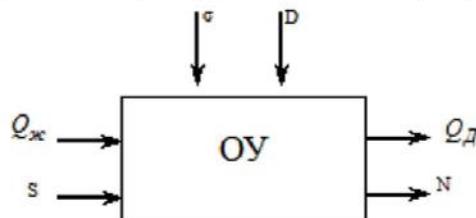


Рисунок 2 – Структурна схема автоматичного регулювання щокової дробарки

Знайдемо передавальну функцію (ПФ) дробарки, де вхідним параметром є вільне падіння матеріалу в дробарку на приймальний транспортер:

$$W_1(p) = \frac{Q_D(p)}{Q_{\text{ж}}(p)} = \frac{1}{Tp + 1}. \quad (1.1)$$

Визначимо ПФ дробарки по каналу $Q_D - S(p)$. Зміна продуктивності завантажувального пристрою $\Delta Q_{\text{ж}}$ пов'язана із зміною об'ємної маси матеріалу в дробарці ΔV :

Передавальна функція дробарки буде мати вигляд:

$$W_2(p) = \frac{Q_D(p)}{S(p)} = \frac{K_s}{Tp + 1}. \quad (1.2)$$

Передавальна функція по каналу $Q_{\text{ж}} - N$ буде мати вигляд:

$$W_3(p) = \frac{N(p)}{Q_{\text{ж}}(p)} = \frac{TK_s}{Tp + 1}. \quad (1.3)$$

На основі отриманих співвідношень отримаємо структурну модель щокової дробарки (рисунок 3). Спостерігається внутрішній зв'язок між каналами і вплив вхідних змінних на зміну вихідних координат.

Автоматична стабілізація продуктивності дробарки Q_{Δ} здійснюється не тільки по каналу $\Delta Q_{\text{ж}}$, але і по каналу управління якістю продуктів дроблення, середньої крупності щебеню, регулюванням величини розвантажувального отвору S [3].

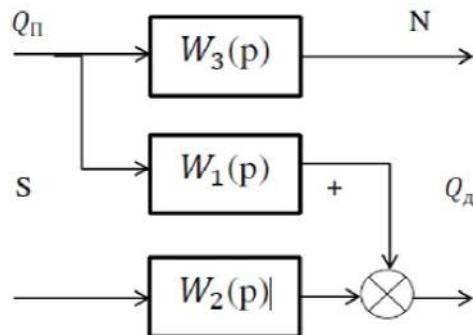


Рисунок 3 – Структурна схема щокової дробарки.

Рівняння балансу матеріалу в обох зонах попереднього і ефективного дроблення буде мати вигляд:

$$M_n(p) = \frac{T_n}{p} [Q_n(p) - Q_{\text{ж}}(p)] \quad (1.4)$$

$$M_e(p) = \frac{T_e}{p} [Q_{\text{ж}}(p) - Q_{\Delta}(p)] \quad (1.5)$$

де T_n , T_e постійні часу перебування матеріалу в обох зонах дроблення при $Q_n(t) = 0$ і $Q_{\Delta}(t) = \text{const}$;

M_n , M_e – маса матеріалу у виділених зонах дроблення.

Згідно співвідношень (1.4) і (1.5), побудуємо структурну схему щокової дробарки (рисунок 4)

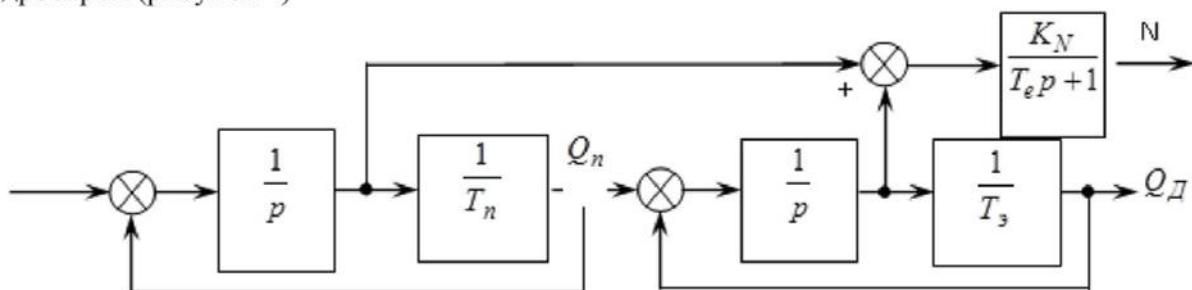


Рисунок 4 – Структурна схема щокової дробарки

Для дослідження та аналізу роботи побудованої перевальної функції змоделюємо її поведінку за допомогою спеціалізованих програмних інструментів.

Для використання MATLAB необхідно усі параметри перевести у числовий вигляд:

$$W_Q(p) = \frac{1}{(60p+1)(30p+1)},$$

$$W(p) = \frac{0,203}{78,089 p + 1},$$

$$W_D(p) = \frac{0,343}{p + 1},$$

$$W_B(p) = 3,427.$$

Оцінка правильного вибору структури і параметрів лінійної системи може бути здійснена при співставленні обчислених показників якості і точності управління технологічним процесом, отриманих аналітичним методом або автоматизованим, з використанням тих же даних. Якщо певні показники якості повністю задовільняють задані значення, то поліпшення показників якості зазвичай призводить до зниження точності системи [2].

На малюнку 5 представлена структурна схема САУ щокової дробарки в позначеннях Simulink.

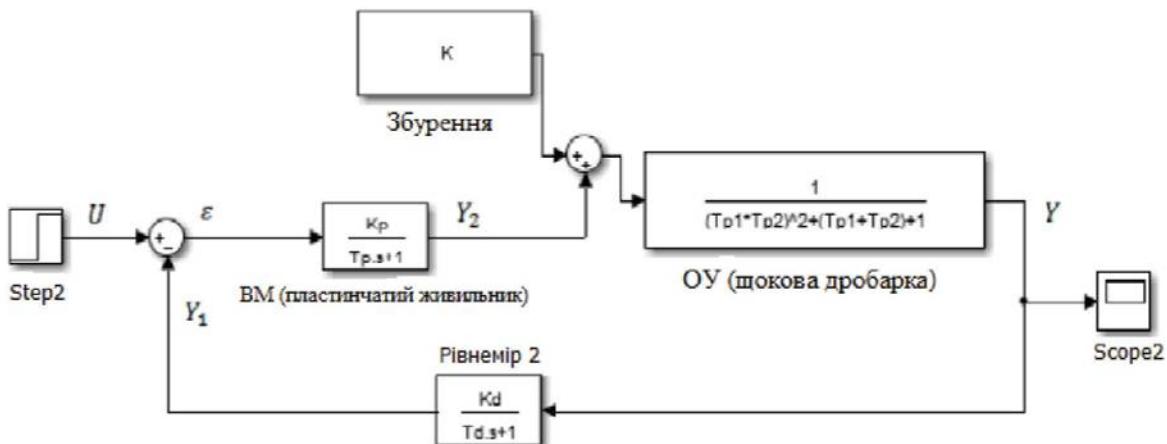


Рисунок 5 – Структурна схема САУ щокової дробарки в позначеннях Simulink

Оскільки відомі передавальні функції окремих елементів системи, то знайдемо передавальної функції замкнутої системи в числовому виразі:

$$W_{cicm} = \frac{W_Q \times W_p}{1 + W_Q \times W_p \times W_D} = \frac{0,203}{140562p^4 + 149390,1p^3 + 8996,1p^2 + 168,09p + 1,0697} \quad (1.6)$$

2. Аналіз та моделювання системи автоматичного управління дробленням руд

Завдання аналізу лінійних систем автоматичного управління полягає у визначенні властивостей системи в цілому (показників стійкості і якості) при відомих характеристиках входять до неї ланок.

Побудова амплітудно-частотної характеристики представлена на рисунок 6.

Фазо-частотна характеристика (ФЧХ) – це функція що виражає залежність різниці фаз між вихідним і вхідним сигналом від частоти сигналу на вході об'єкта. Розрахована ФЧХ дробарки представлена на рисунку 7.

Найкращим варіантом при автоматизації технологічного процесу дроблення хромової руди є одноконтурні системи автоматичного управління (САУ) з типовими лінійними законами регулювання.

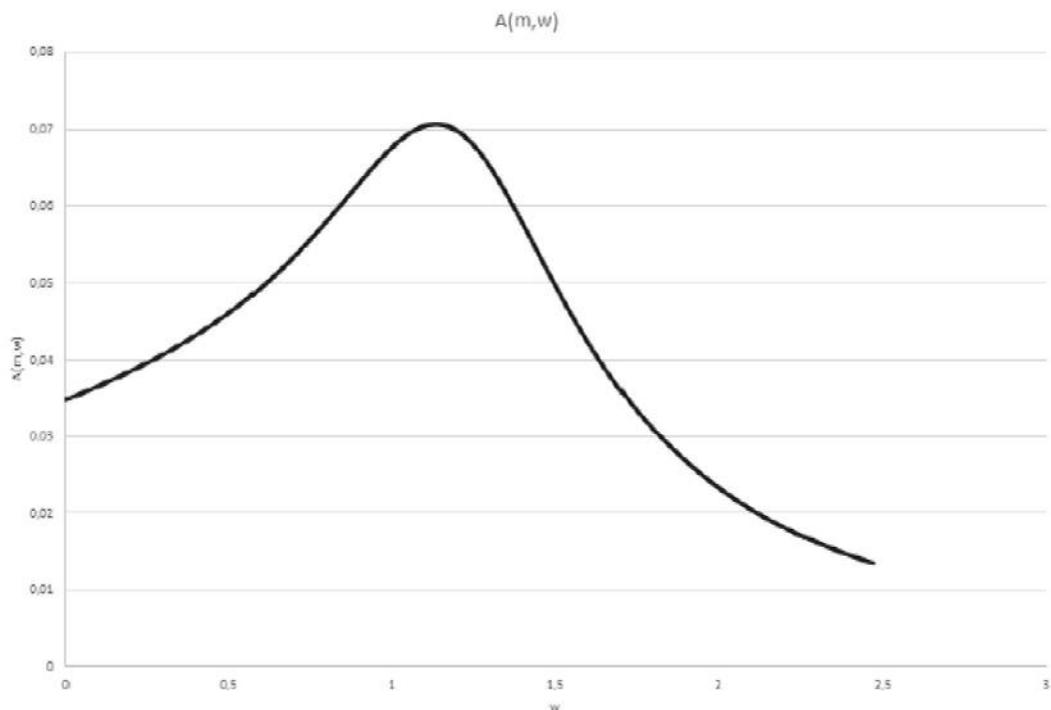


Рисунок 6 – АЧХ об'єкта управління

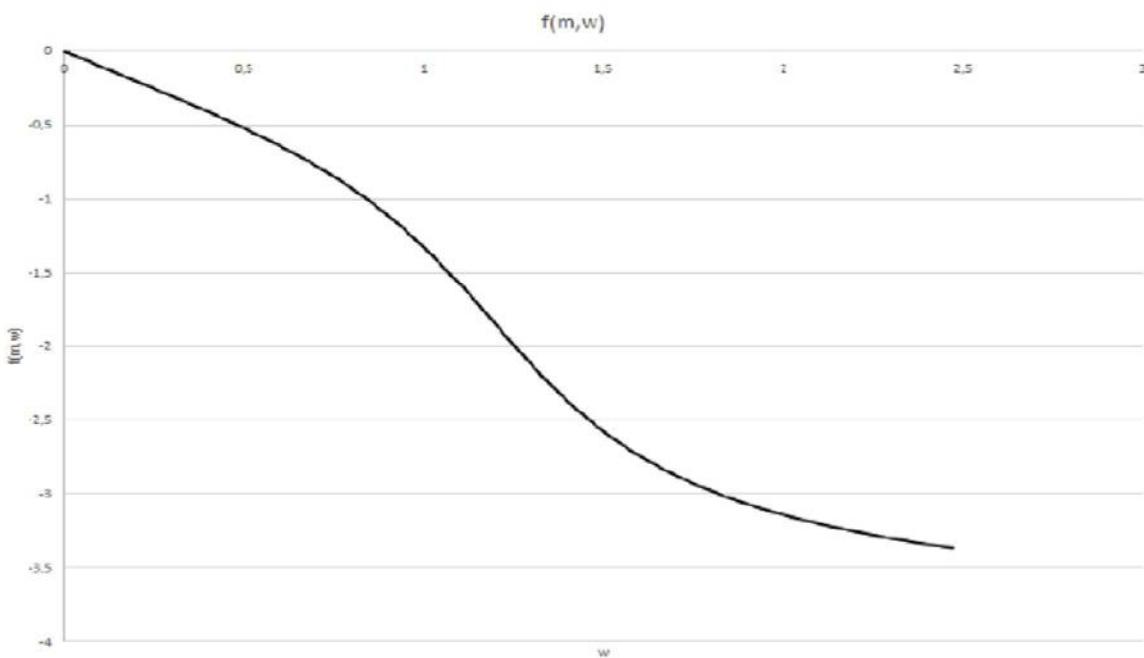


Рисунок 7 – ФЧХ об'єкта управління

Структурна схема розглянутої САУ показана на рисунок 8, де:

$W_p(s)$ – передавальна функція регулятора;

$W_{OY}(s)$ – передавальна функція об'єкта регулювання (ОР);

$\Delta y = y_{\text{зад}} - y$ – розузгодженість регульованої величини із заданим значенням ;

x – регулюючий вплив.

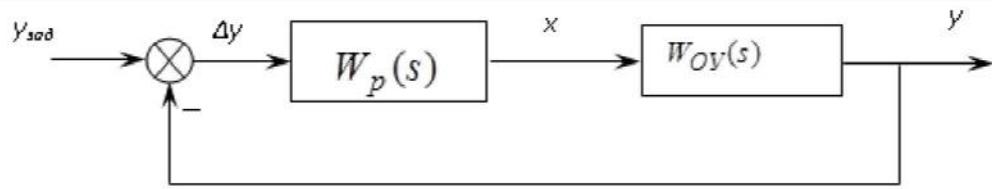


Рисунок 8 – Структурна схема САУ дробарки.

Отримана лінія розширених значень (ЛРЗ) подана на рисунку 9.

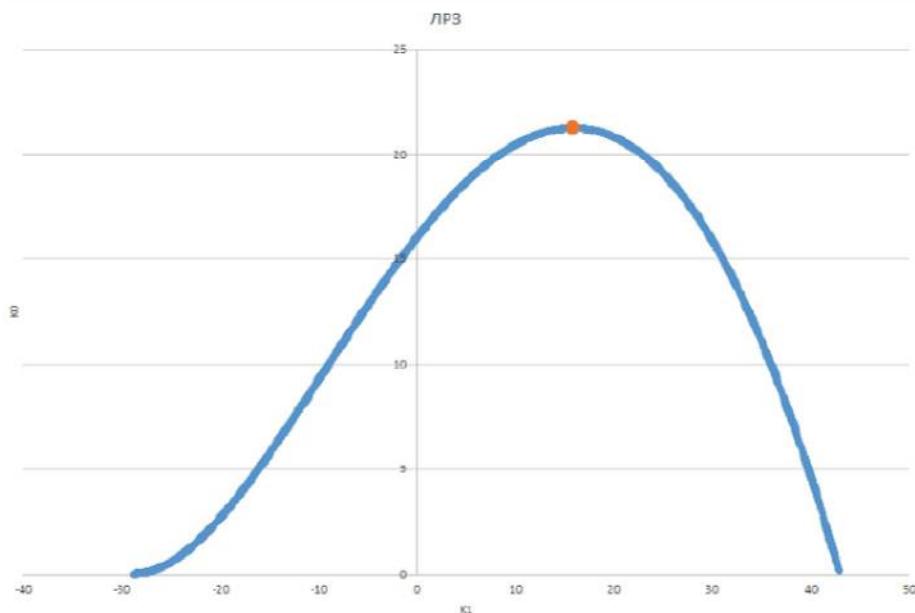


Рисунок 9 – ЛРЗ регулятора.

За отриманою РЛЗ знаходимо оптимальні налаштування ПІ регулятора:

$$K_1 = 15,9286;$$

$$K_0 = 21,25513 .$$

Передавальна функція ПІ регулятора тоді буде мати вигляд:

$$W_{pe2}(s) = K_1 + \frac{K_0}{s} = 15,9286 + \frac{21,25513}{s} = \frac{15,9286s + 21,25513}{s}. \quad (1.8)$$

Для перевірки налаштувань ПІ-регулятора здійснимо порівняльний аналіз переходних функцій об'єкта і замкнутої системи з розрахованим ПІ регулятором:

$$W_{cucm} = \frac{0,203}{14056 p^4 + 149390,1 p^3 + 8996,1 p^2 + 168,09 p + 1,0697}.$$

Передавальна функція системи:

$$W(s) = W_{OY}(s) \times W_{pe2}(s), \quad (1.9)$$

$$W(p) = \frac{3,233}{140562 p^5 + 149390 p^3 + 8996,1 p^2 + 168,09 p + 1,0697}. \quad (1.10)$$

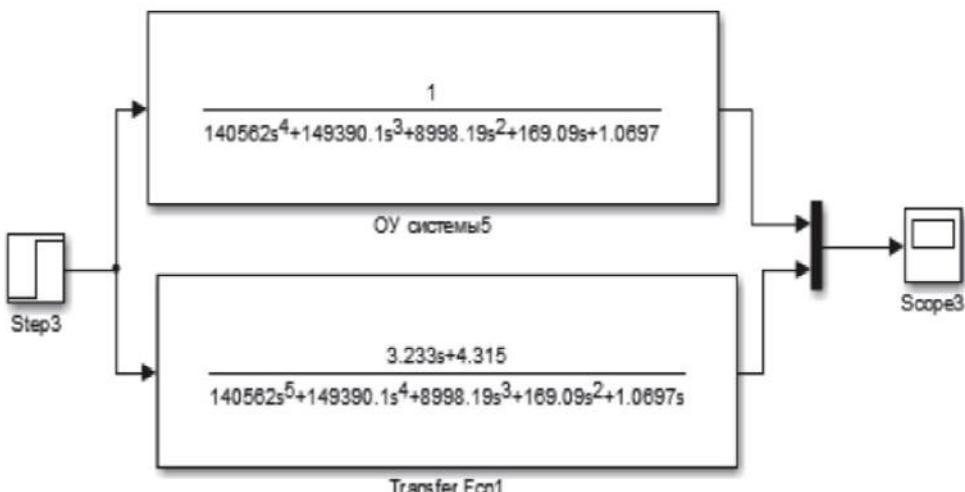


Рисунок 10 – Моделювання системи з ПІ регулятором для перевірки в MATLAB

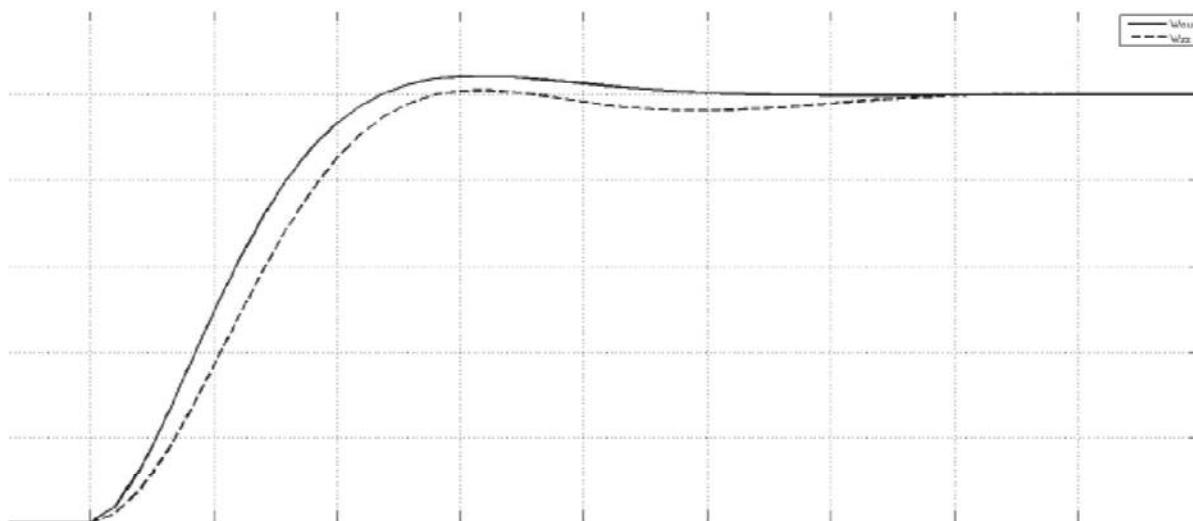


Рисунок 11 – Графіки переходних процесів замкнутої системи і об’єкта управління.

Висновок. На основі отриманих характеристик системи з використанням різних типів регуляторів, можна зробити висновок, що для даної системи оптимальним є ПІ-регулятор з коефіцієнтами $k_p=2,4129$ і $k_i = -0,1253$.

Перелік використаних джерел

1. Ерменова Г. Л., Иванов Г. В., Байченко А. А. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению: пособие по курсовому проектированию: Учебное издание. – Кемерово, 2008. – 124 с.
2. Илюхин А.В., Колбасин А.М., Марсов В.И. Математическое описание объектов автоматизации строительного производства: учебное пособие / М.: МАДИ, 2016. – 104 с.
3. 11. Лазарева О.В., Подкаменный Ю.А. Автоматизированный способ управления комплексом измельчения и классификации алмазосодержащих руд // Вестник ИрГТУ. №4, 2014 – С. 128–133.

Мельничук Д.С.¹, Горда Д.В.¹, Когут С.В.¹¹ Тернопільський національний економічний університет**ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ
ТЕМПЕРАТУРНИМ РЕЖИМОМ ПЕЧІ ПІРОЛІЗУ**

Вступ. Підприємства хімічної промисловості вимагають особливого контролю дотримання технологічного регламенту виробництва продукції. Це обумовлено, перш за все, вибухонебезпекою та хімічним зараженням навколишнього середовища при виникненні аварій, а також отриманням вихідної продукції високої якості з відповідними характеристиками.

Для того щоб забезпечити високу продуктивність хімічних підприємств та підвищену ступінь захищеності вони повинні мати максимальну ефективні системи управління, які брали б на себе більшість функцій управління технологічними процесами, а в нештатних ситуаціях запобігали аваріям. В результаті виникають завдання точного вимірювання і контролю технологічних параметрів, високої надійності апаратури і засобів контролю технологічного процесу.

Мета. Розробка автоматизованої системи управління температурним режимом печі піролізу з метою отримання технічного водню максимальної якості, покращення продуктивності та надійності роботи обладнання, підвищення безпеки виробництва, в т.ч. забезпечення безпечної та безаварійної експлуатації технологічних об'єктів, споруд і обладнання, завдяки оперативному управлінню технологічним процесом і отримання достовірної інформації з технологічних об'єктів в реальному режимі часу.

**1. Структура та апаратні засоби системи управління температурним
режимом печі**

Основним процесом отримання оксиду вуглецю і технічного водню є каталітичний піроліз метану в присутності водяної пари і вуглекислого газу (рисунок 1), що протікає під тиском 12–17 кгс/см² в трубчатій печі, реакційні труби якої заповнені нікелевим каталізатором К-87 з підведенням тепла через стінки реакційних труб [1-3].

Сировиною установки виробництва технічного водню є: природний газ (надалі вихідний газ); паровий конденсат; CO₂ і азот. Природний газ, як видно зі схеми, надходить з газо-розподільчої станції ГРС-1. Прийшовши з цеху паровий конденсат піддається обробці (деаерації і т.п.) потім у вигляді перегрітої пари він надходить в піч піролізу П-101.



Рисунок 1 – Виробничі зв'язки установки виробництва водню

Основним продуктом установки виробництва технічного водню є водень – 99%, 98%. Побічним продуктом виробництва технічного водню є вуглекислий газ. Отриманий технічний водень це напівфабрикат, який використовується у виробництві бутилового спирту та виробництві двоетилгексанолу. Також технічний водень – частково товарний продукт, який в подальшому реалізується для виробництва мінеральних добрив. З метою зменшення витрат на автоматизацію з технологічних параметрів в якості об'єктів автоматизації вибираються провідні параметри, зміна яких найбільше впливає на протікання технологічного процесу. На рисунку 2 представлена схема роботи печі П-101 з основними параметрами вхідних і вихідних продуктів.

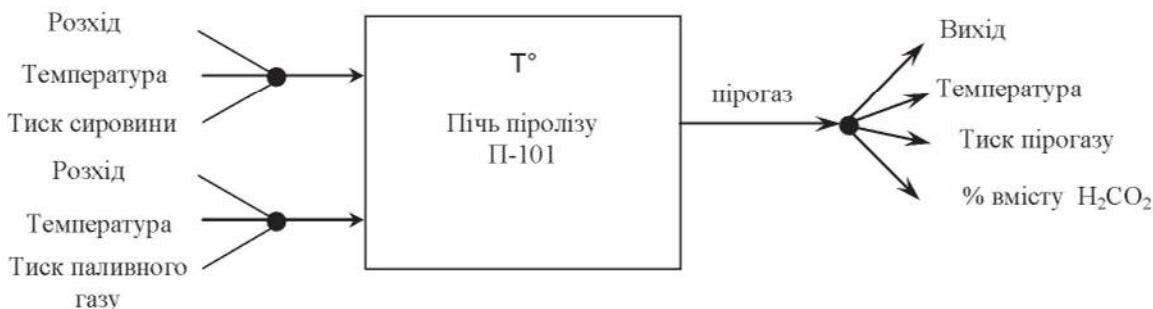


Рисунок 2 – Функціональна схема роботи печі П-101

В процесі вибору провідних параметрів були проаналізовані дані регламенту. Встановлено, що відсотковий вміст водню в найбільшій мірі залежить від температури в печі, отже, провідним параметром є температура в печі. Але так як температура в печі не вимірюється, а процес є інтенсивний і безперервний, тому про температуру в печі опосередковано визначається за температурою на виході пірогазу з печі.

Залежність процентного вмісту водню в пірогазу від температури на виході з печі показана на рисунку 3.

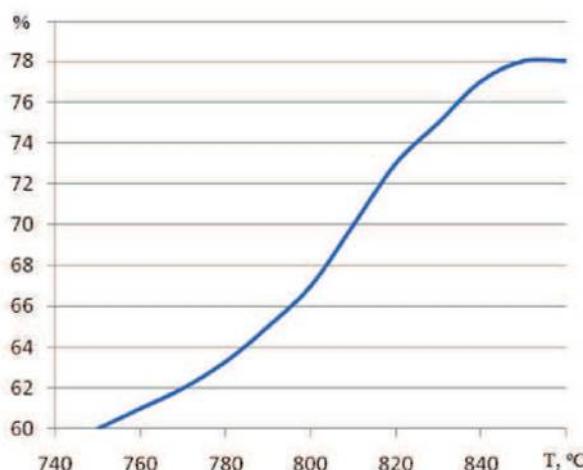


Рисунок 3 – Залежність процентного вмісту водню в залежності від температури пірогазу на виході з печі

Проаналізувавши рисунок 3, бачимо, що максимальний вихід водню відбувається при температурі 845 °C.

Відповідно до графіку нарисунку, температура пірогазу на виході з печі повинна підтримуватися з точністю ± 5 °C, тобто 845 ± 5 °C. Таким чином, основною вимогою системи автоматизованого управління є підтримка заданого значення температури в печі.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Пропонується трьохрівнева система управління (рисунок 4.). У блоці трубчастої печі здійснюється вимірювання температури, тиску і температура газу, що надходить в піч. Виконавчими пристроями є клапани з електроприводом.

Зв'язок автоматизованих робочих місць оперативного персоналу між собою, а також з контролером верхнього рівня здійснюється за допомогою мережі Ethernet.

Розроблена система автоматизованого управління технологічним процесом дозволяє вирішити наступні задачі автоматизації:

- отримання первинної інформації про стан технологічного процесу і обладнання;
- здійснення безпосереднього впливу на технологічний процес для управління ним і стабілізації технологічних параметрів процесу;
- здійснення контролю і реєстрації технологічних параметрів процесів і стану технологічного обладнання.

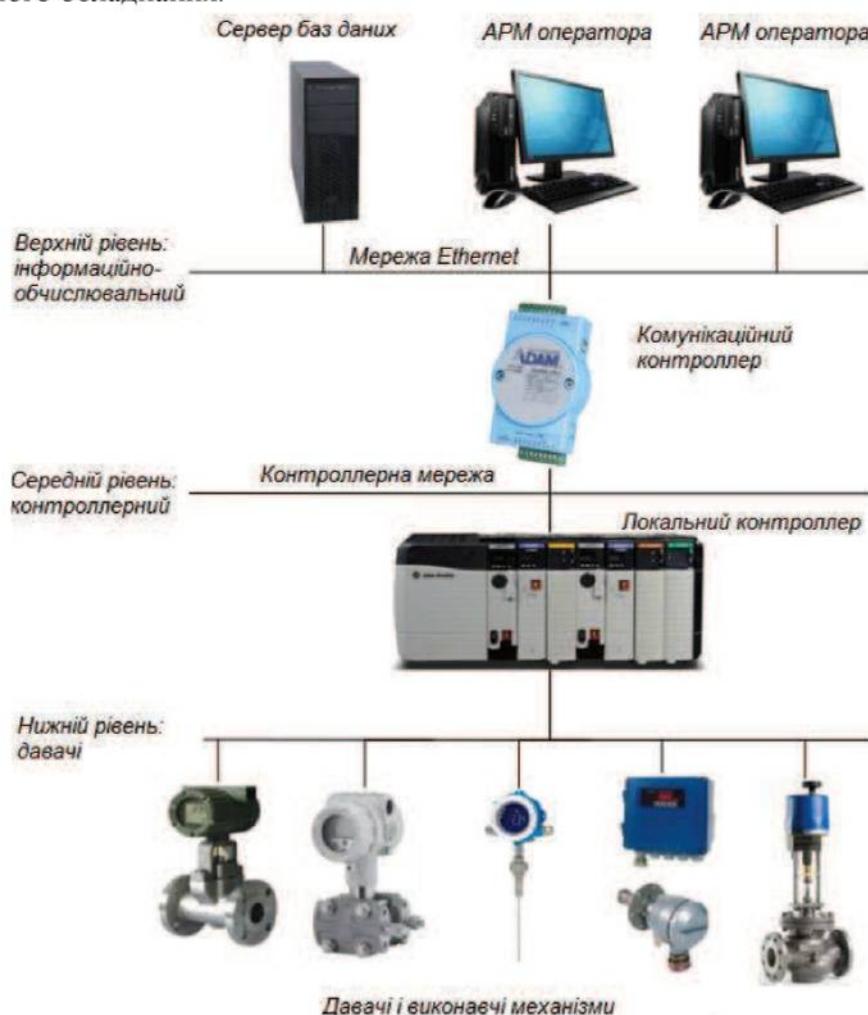


Рисунок 4 – Структурна схема системи управління температурою

В основі системи автоматизованого управління трубчастої печі будемо використовувати промисловий контролер 1756 ControlLogix 5573 фірми Allen-Bradley (рисунок 5), призначений для створення «легких» і «середніх» АСУ ТП, який також може застосовуватися в складі великих і складних систем. Програмований контроллер ControlLogix 5573 американської фірми Allen-Bradley, компактно вміщує в себе всі необхідні засоби і забезпечує всі потреби, які потрібні в даних умовах.



Рисунок 5 – Модульний контролер ControlLogix 5573

2 Розрахунок і моделювання комбінованої системи

Метою розрахунку налаштування системи з компенсацією збурень є такий вибір оптимальних параметрів настройки регулятора і пристрой введення впливів по збуреннях, щоб система, маючи необхідний запас стійкості, працювала з найбільшою досяжною точністю. Необхідно відзначити, що виконання умов абсолютної інваріантності:

$$W_{\text{б.к.}}(p) = \frac{W_{\text{oб.к.}}(p)}{W_{\text{oб.}}(p) \cdot W_p(p)} \quad \text{або} \quad W_{\text{б.к.}}(p) = \frac{W_{\text{oб.к.}}(p)}{W_{\text{oб.}}(p)} \quad (1)$$

можливе далеко не завжди, так як передавальні функції, отримані за цими формулами, можуть бути або зовсім фізично не реалізовуються, або їх реалізація технічно дуже складна. На практиці найчастіше прагнуть вибирати пристрой введення впливів від збурень у вигляді найбільш просто технічно реалізованих елементарних ланок. На жаль, ці ланки тільки в порівнянно дуже рідкісних випадках дозволяють виконати умови абсолютної інваріантності. Тому зазвичай доводиться вирішувати задачу вибору настройки пристрой введення, при якій буде здійснено найкраще наближення до умов абсолютної інваріантності.

Передавальну функцію пристрой введення впливу від збурення доцільно вибирати у вигляді:

$$W_{\text{б.к.}}(p) = k_e \frac{T_{6n}^n p^n + \dots + T_{e1} p + 1}{T_n^n p^n + \dots + T_1 p + 1} \quad (2)$$

Розрахуємо пристрй введення компенсуючого впливу.

Збурення з температурі паливних газів на перевалі подається на вхід еквівалентного об'єкта:

$$W_k(s) = \frac{W_{\text{oб.к.}}(s)}{W_{\text{ZO}}(s)} = \frac{\frac{2 \cdot e^{-800p}}{449835s^2 + 1115s + 1}}{\frac{0,07 \cdot e^{-780p}}{342352s^2 + 835s + 1}} = \frac{9781486s^2 + 23857s + 28}{449835s^2 + 1115s + 1} \cdot e^{-20p} \quad (3)$$

Структурна схема комбінованої системи управління в Simulink представлена на рисунку 6.

Порівняємо роботу комбінованої з одноконтурною системою по каналу зовнішнього збурення.

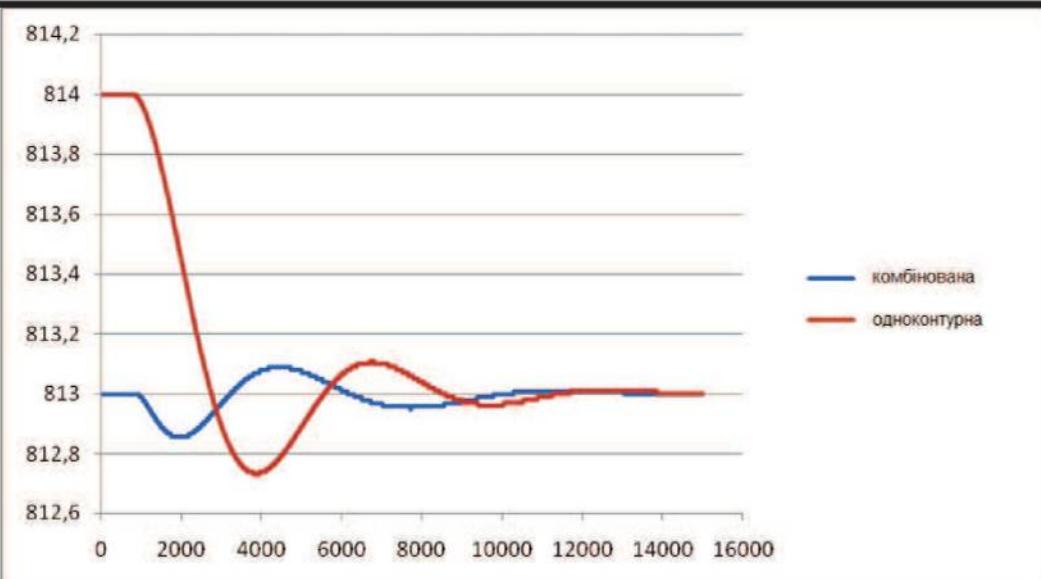


Рисунок 6 – Вихід комбінованої і одноконтурної систем при відпрацюванні зовнішнього збурення

З аналізу рисунка 6 видно, що комбінована система надійно відпрацьовує зовнішні обурення. Викид і час регулювання в системі з компенсатором менше, ніж в системі без нього.

3 Розрахунок і моделювання системи з урахуванням нелінійностей

При реалізації АСР на реальному об'єкті на якість перехідного процесу впливають нелінійності ТСА. Беручи до уваги цю особливість, необхідно змоделювати АСР з урахуванням таких нелінійностей.

Для моделювання системи з урахуванням нелінійностей необхідно знати зону нечутливості датчиків, які використовуються на об'єкті, а також люфт виконавчого пристроя (клапана).

1) Термопара YOKOGAWA CH тип Кс нормується перетворювачем YTA310: клас точності дорівнює 0,5%, робоча температура – 850°C.

$$\Delta_{DAT} = \frac{0,5\%}{5} = 0,1\% .$$

2) Для вимірювання витрати пара і вихідного газу виберемо вихорний витратомір Digital YEWFLO фірми Yokogawa:

$$\Delta_{DAT} = \frac{0,25\%}{5} = 0,05\% .$$

3) ВМ: люфт 0,05.

Наблизимо отримані моделі до реальних умов, тобто подамо збурення, накладемо випадкові перешкоди на сигнал обурення і врахуємо нелінійність елементів. Тоді моделі приймуть такий вигляд (рисунки 7 – 8).

Для порівняння каскадних і одноконтурних систем регулювання температури продукту на вихіді печі скористаємося моделями одноконтурних і каскадних АСР.

Розглянемо перехідні процеси зміни температури продукту на вихіді печі в залежності від величини завдання і обурення. На рисунках 9 і 10 показано, як змодельовані одноконтурні та каскадні системи регулювання температури відпрацьовують вхідні величини і 5% збурення.

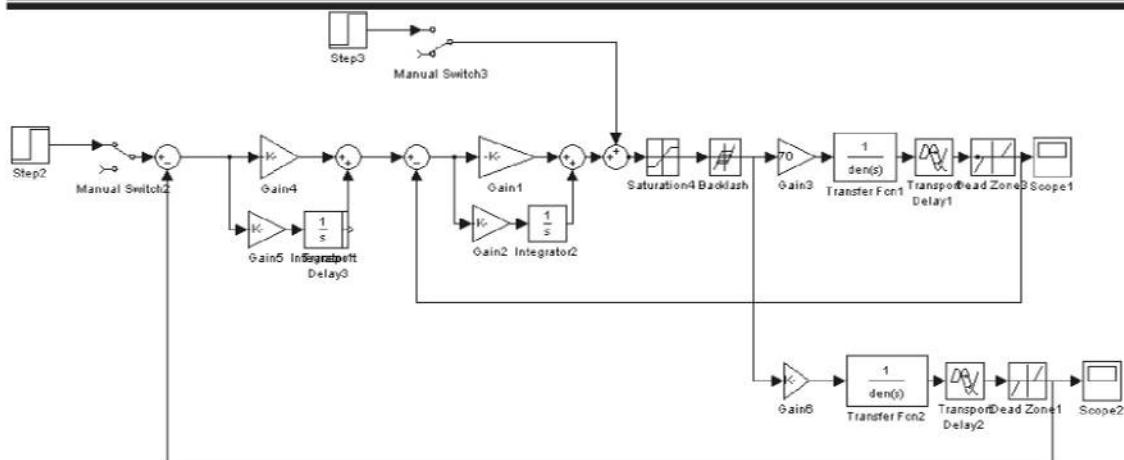


Рисунок 7 – Модель каскадної АСР температури продукту з врахуванням нелінійностей

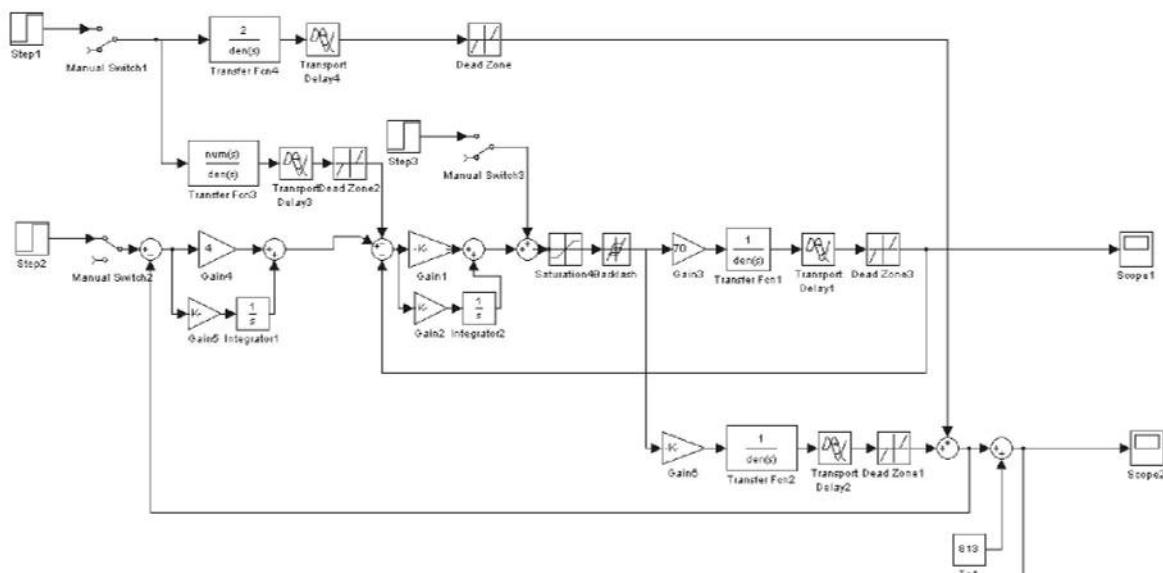


Рисунок 8 – Модель комбінованої АСР температури продукту з врахуванням нелінійностей

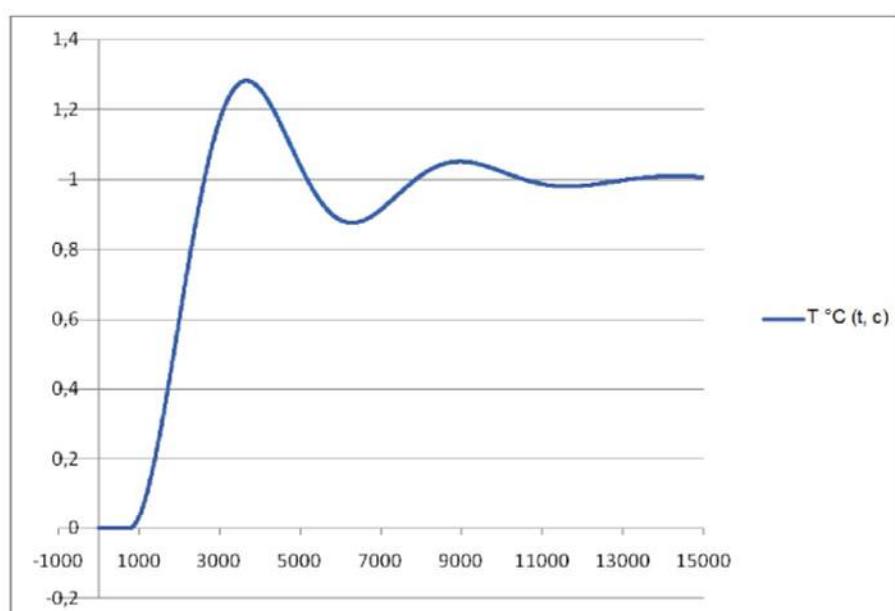


Рисунок 9 – Вихід систем по вхідним величинам

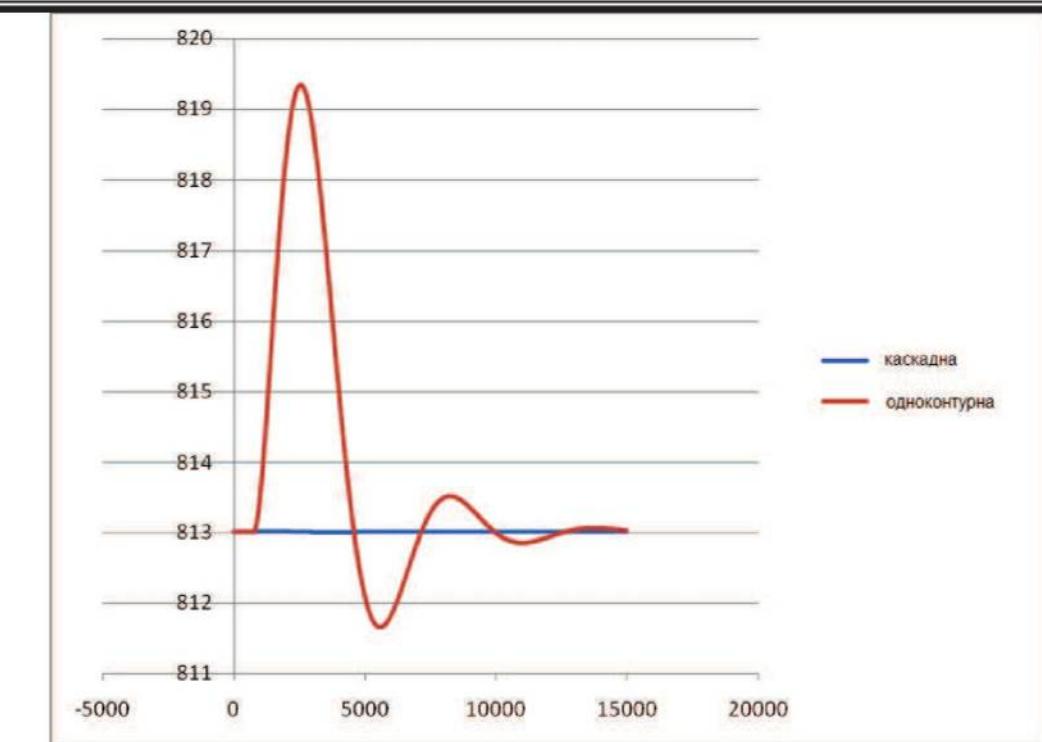


Рисунок 10 – Вихід системи по внутрішньому збуренню

Для порівняльного аналізу роботи систем запишемо дані їх параметрів в таблицю 1.

Таблиця 1 – Порівняння одноконтурної і каскадної АСР температури.

Режим роботи	По вхідній величині		По збуренню	
ACP	Одноконтурна	Каскадна	Одноконтурна	Каскадна
Степінь затухання ψ	0,75	0,75	0,75	0,99
Максимальний викид, °C	0,28	0,28	6,4	0,001

Проаналізувавши роботу каскадних і одноконтурних АСР, можна зробити висновок про те, що каскадні системи менш чутливі до внутрішніх збурень і мають дещо більшу швидкодію. Максимальний викид каскадних АСР при відпрацюванні входних величин і збурення менший, ніж максимальний викид одноконтурних АСР.

Висновок. Спроектовано загальну структуру системи автоматизованого управління температурою в печі піролізу та підібрані відповідні технічні засоби і компоненти. Розрахована і змодельована каскадна система регулювання температури на виході печі. Встановлено, що каскадна САР, в порівнянні з одноконтурною, практично миттєво ліквідує впливи внутрішніх збурень.

Прелік використаних джерел

1. Ротач В.Я. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами Учебник для ВУЗов – . М.: Издательский дом МЭИ, 2018. –396 с.
 2. Corripio A.B., Newell M. Tuning of Industrial Control Systems/ New York: International Society of Automation (ISA), 2015. – 252p.
 3. Seames Wayne. Designing Controls for the Process Industries CRC Press Taylor & Francis Group, 2018 – 429 p.

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ КОГЕНЕРАЦІЙНИМ ОПАЛЕННЯМ НА ОСНОВІ ВЕРТИКАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Вступ. Для перспективного розвитку основних галузей промисловості, що формують прогрес суспільного виробництва потрібна енергетика. Найбільша доля енергетичних затрат припадає на системи і установки опалення. Одним із недоліків устаткування технологічних процесів, що використовують теплогенератори є те, що під час своєї роботи вони розсіюють величезну кількість теплових відходів, які крім того, є ще й вагомим чинником термального забруднення навколошнього середовища. Тому є актуальним удосконалення вказаних технологій з точки зору енергоефективності та врахування факторів екологічної безпеки. Перспективним напрямком в даному випадку є впровадження твердопаливних когенераційних технологій [1]. Когенераційні установки широко використовуються в малій енергетиці, що зумовлено наступними перевагами. По-перше, тепло використовується безпосередньо в місці отримання, що коштує дешевше, ніж будівництво та експлуатація багатокілометрових теплотрас. По-друге, електроенергія використовується здебільшого в місці отримання без накладних витрат постачальників енергії, і її вартість для споживача може бути дещо менше, ніж у енергії з мережі.

Мета: Дослідження та розробка систем управління когенераційним опаленням на основі вертикально-інформаційної технології.

1. Основна частина

В даний час в Україні, особливо гострим є завдання економії паливно-енергетичних ресурсів. Це, насамперед, пов'язано зі зменшенням запасів органічного палива і, відповідно, різким збільшенням його вартості, що приводить до порушення і перебоїв постачання окремих регіонів і споживачів паливом, тепловою та електричною енергією. Вирішити це питання можна шляхом впровадження автономних когенераційних систем, що забезпечуватимуть процес спільнотного вироблення електричної та теплової енергії (рисунок 1.) [2]. До когенераційної установки входять такі основні вузли та компоненти: двигун внутрішнього згоряння, генератор, система теплообмінників і систему управління, що дозволяє управляти установкою як на місці, так з віддаленого місця за допомогою комп'ютера або мобільного телефону.

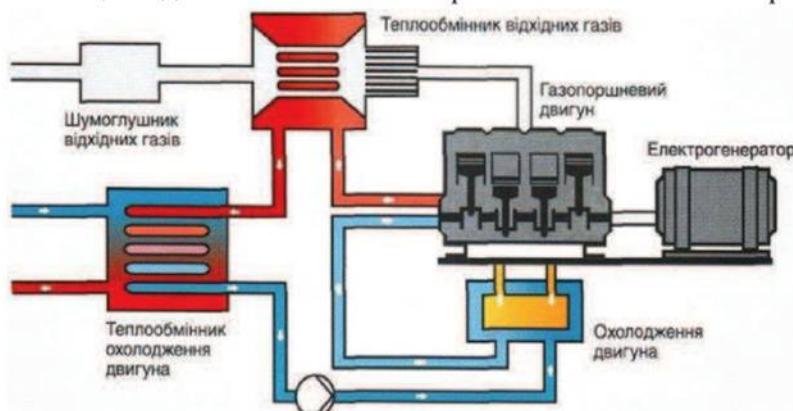


Рисунок 1. - Функціональна схема когенераційного модуля

Твердопаливні когенераційні установки широко використовуються в малій енергетиці, що зумовлено наступними передумовами:

- тепло використовується безпосередньо в місці отримання, що коштує дешевше, ніж будівництво та експлуатація багатокілометрових теплотрас;
- електроенергія використовується здебільшого в місці отримання без накладних витрат постачальників енергії, і її вартість для споживача може бути дешо менше, ніж у енергії з мережі;
- екологічність.

Як паливо тут можна використовувати подрібнену деревину, солому, енергетичні рослини. Однак в котлах невеликої потужності (5-10кВт) при спалюванні в них біомаси важко отримати пару з високими технологічними параметрами – перегріта пара. Коефіцієнт корисної дії (ККД) системи, яка генерує електричну потужністю до 1 МВт, зазвичай, не перевищує 10-15%, а при використанні відпрацьованої пари для підігріву термофікаціонної води загальний ККД становить 60-70% [2].

Більш ефективне використання первинної енергії можна забезпечити використовуючи паровий двигун із замкнутим циклом теплоносія. У цьому випадку ККД енергоблоку потужністю 1 МВт на 2-5% вищий, ніж при використанні парової турбіни. Останнім часом все більш широке застосування отримують когенераційні енергоблоки, що працюють у циклі ORC (Organic Rankine Cycle) [3]. Принцип розподілу теплової та електричної енергії з переробленого твердого палива зображенено на рисунку 2.

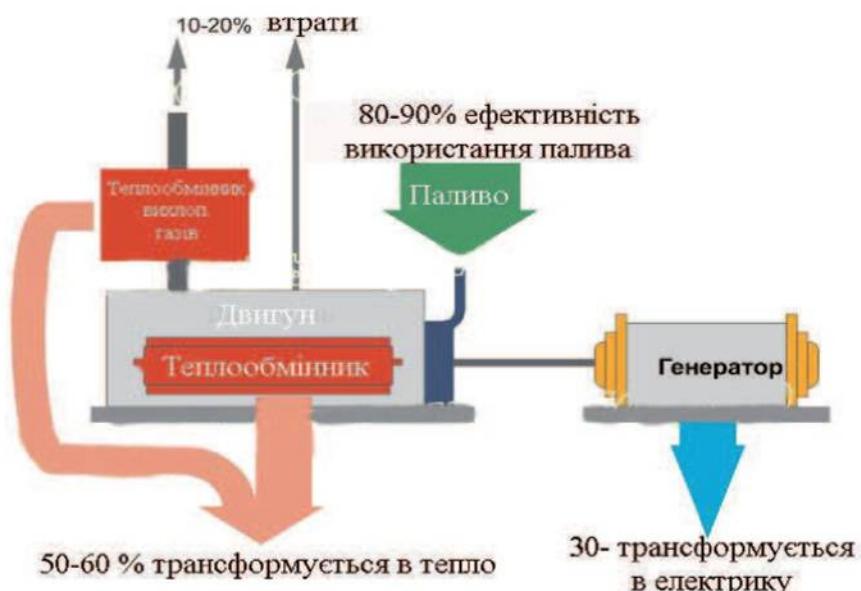


Рисунок 2 - Схема перетворення твердого палива в тепло та електрику

У таких енергетичних установках загальні втрати теплової та електричної енергії становлять 3-5%, а ККД електрогенерації дорівнює 0,18. Решта первинної енергії витрачається на виробництво тепла. Однак всі описані схеми когенерації енергії важко піддаються автоматизації, складні для використання в невеликих автономних котельнях, також, для їх впровадження необхідні значні інвестиції.

Структурна схема мікропроцесорної системи керування процесом горіння твердопаливної суміші для когенераційних теплогенераторів представлена на рисунку 3. До її складу входять:

1. Блок частотного регулювання швидкості обертання АД;

2. Блок контролера, до складу якого входять такі основні вузли: однокристальний мікроконтролер (CPU); 8-ми каналний аналогово-цифровий перетворювач (ADC); інтерфейс зв'язку із датчиками; масштабні підсилювачі аналогових сигналів з датчиків; комутатор каналів; інтерфейсний блок USB 2.0 для зв'язку з ПК; блок індикації та задання режимів роботи; блок живлення модуля. Налаштування системи здійснено експериментальним поетапним тестуванням за допомогою середовища MATLAB.

Процес підготовки програмного забезпечення до експлуатації зводиться до наступного:

1. Ввід початкової інформації: дозволимі значення температури в камері горіння; характеристики електроприводів вентилятора та шнека.
2. Зчитування портів, обробка інформації та цифрова фільтрація даних про температуру теплоносія та вміст кисню в димових газах.
3. Обробка й розрахунок отриманої інформації за відомими функціональними та табличними залежностями.

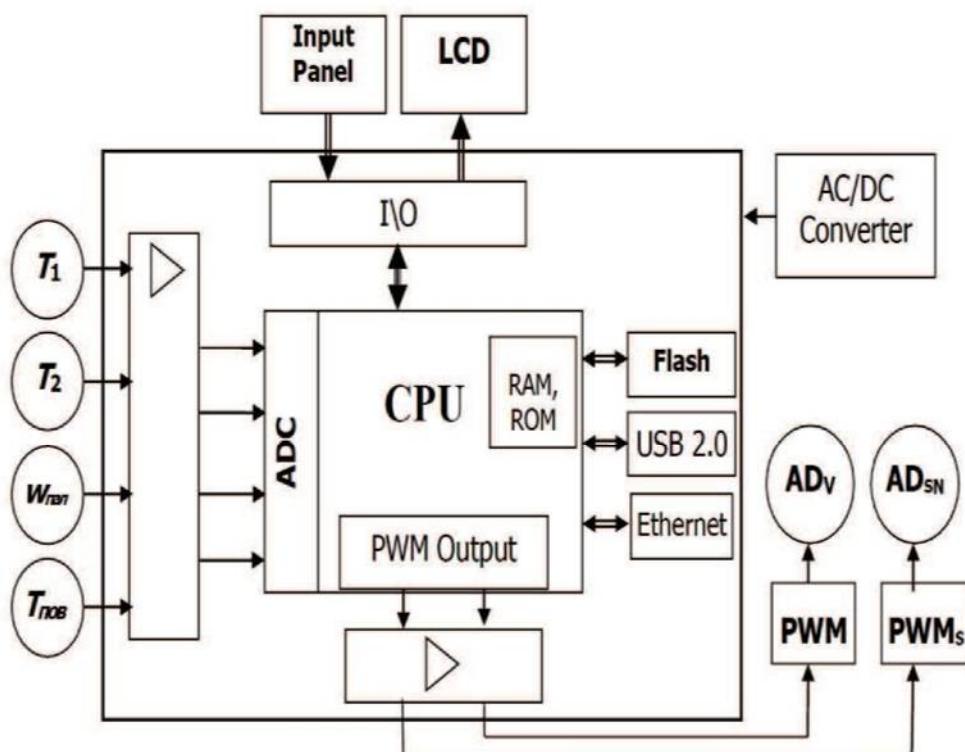


Рисунок 3 - Структурна схема системи керування процесом горіння когенераційної твердопаливної установки

4. Розрахунок оптимальних значень управлюючої дії на привід шнека-дозатора та управлюючої дії на привід вентилятора.

5. Після перевірки закінчення виводу сигналів виконується вивід управлюючих сигналів на порт або повернення до циклу перевірки закінчення такту роботи системи.

Важливим елементом системи керування процесом горіння є аналогово-цифровий перетворювач (ADC) який працює спільно з (CPU), що показано на рисунку 3. Оскільки у даній системі керування використовується сигнали двійкової системи числення тому дана система володіє надлишковою кількістю зовнішніх з'єднань мікропроцесора та ADC. Сучасний розвиток мікропроцесорних систем вимагає реалізації

високопродуктивних рішень. Використання нових біт-орієнтованих процесорів на основі вертикально-інформаційної технології (ВІТ) у кодовому базисі Галуа [4] з паралельним доступом, разом засобами формування, аналого-цифрового перетворення дозволить покращити систему керування когенераційною твердопаливною установкою зменшивши кількість зовнішніх зв'язків та розрядність.

Функціональна схема АЦП скануючого типу (ADC VIT) представлена на рисунку 4 [5].

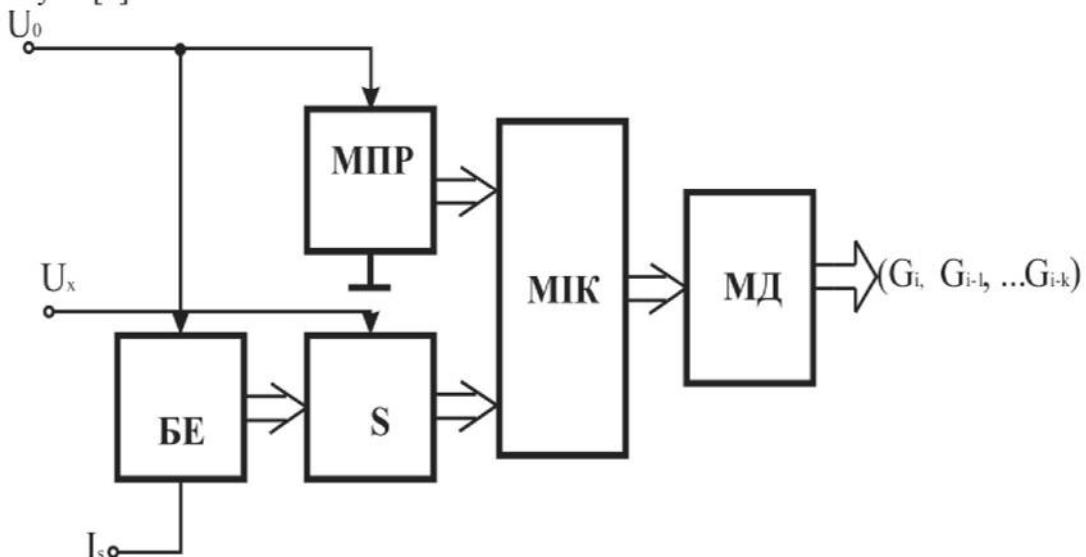


Рисунок 4 - Функціональна схема скануючого ADC VIT

Скануючий АЦП у базисі Галуа включає наступні модулі та сигнали:

I_s – імпульсний скануючий код; БЕ- к-рівневий багатостабільний елемент з кроком приросту потенціалів ΔU ; S- суматор; МІК- модуль імпульсних компараторів з інверсними виходами; МД- модуль дешифрування реалізований схемою логічне «АБО».

Розвиток архітектур процесорів і особливо спецпроцесорів на основі ВІТ, яка передбачає реалізацію біт-орієнтованих потоків кодів команд та адресів пам'яті процесора. Вертикально-інформаційна технологія, основою якої є ТЧБ Галуа направлена на вдосконалення недоліків двійкової системи, і яка направлена на об'єднування каналів, стискання повідомлень, захищення даних від завад у лініях зв'язку і помилок в обчислювальних машинах. До складу функціональної структури спецпроцесора на основі вертикально-інформаційної технології (рисунок 5) входять наступні функціональні вузли [4]:

АЛП- арифметико-логічний пристрій; ОЗП – оперативний запам'ятовуючий пристрій; РЗП- реєстри загального призначення; ПУС – пристрій управління і синхронізації; D_j - біт-орієнтовані дані; G_j – біт-орієнтований адрес у базисі Галуа; БЗІ – буфер зовнішнього інтерфейсу; GK- лічильник команд в базисі Галуа; $G_0- G_n$ – адресний код поля Галуа, D_0-D_n – дані, що читаються і записуються в ОЗП; D_z , G_z , Y_z – зовнішні біт-орієнтовані інтерфейсні шини даних, адресу та управління інформаційних зв'язків процесора ВІТ.

Функціональна структура ВІТ спецпроцесора у базисі Галуа[4] еквівалентна 8-роздрядному мікропроцесору в базисі Радемахера. Арифметико-логічний пристрій відповідає за виконання арифметико-логічних операцій. До складу операційного вузла входить АЛП з реєстраторами команд. Адресування відбувається шиною адресу через буферний реєстр адресу та лічильником команд. Використання реєстрів загального

призначення дає змогу реалізувати адресування комірок пам'яті за їх вмістом, переходячи до непрямої адресації даних.

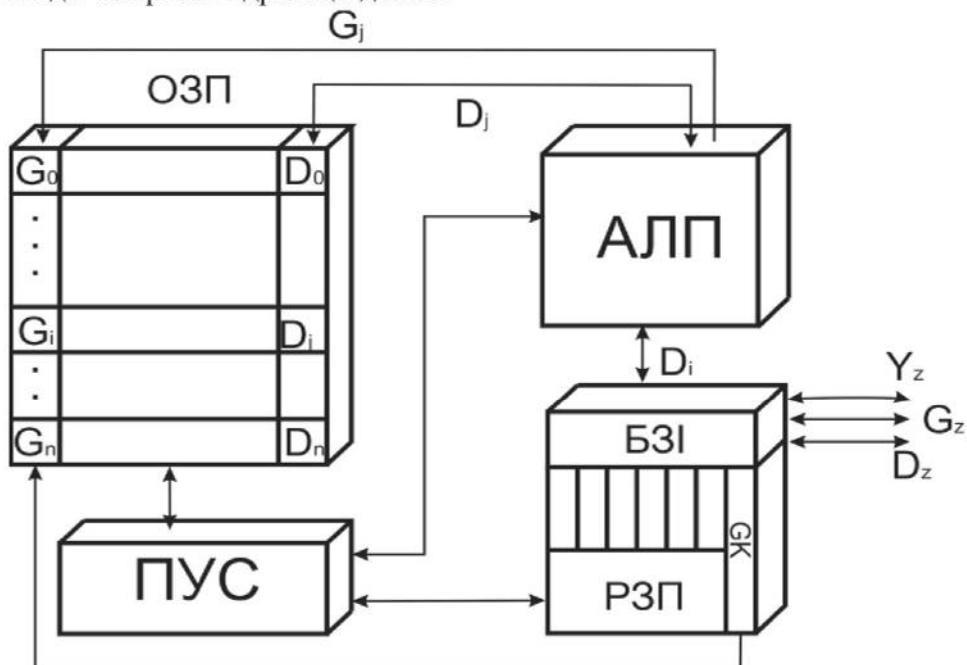


Рисунок 5 - Функціональна структура CPU VIT

Система керування когенераційною твердопаливною установкою на основі CPU VIT та ADC VIT (рисунок 6) характеризується меншою кількістю зовнішніх зв'язків та використанням ADC з мінімальною складністю внаслідок зменшення кількості імпульсних компараторів.

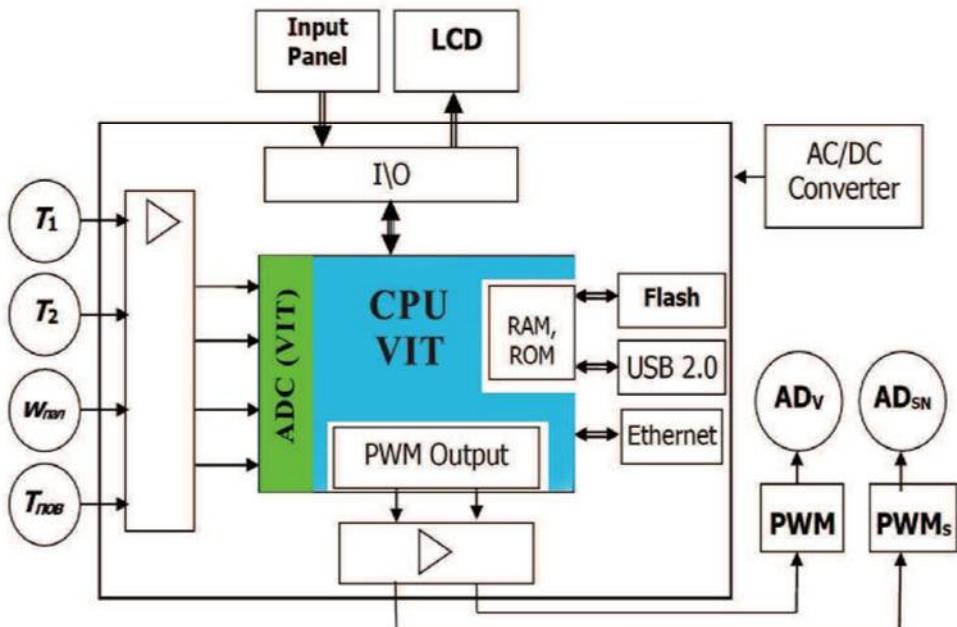


Рисунок 6 - Структурна схема системи керування процесом горіння когенераційної твердопаливної установки на основі CPU VIT

На рисунку 7 представлено організацію шинних зв'язків ВІТ процесора з структурними компонентами (а) та відношення кількості комунікативних зв'язків у процесорах базису Радемахера та спецпроцесорів ВІТ(б).

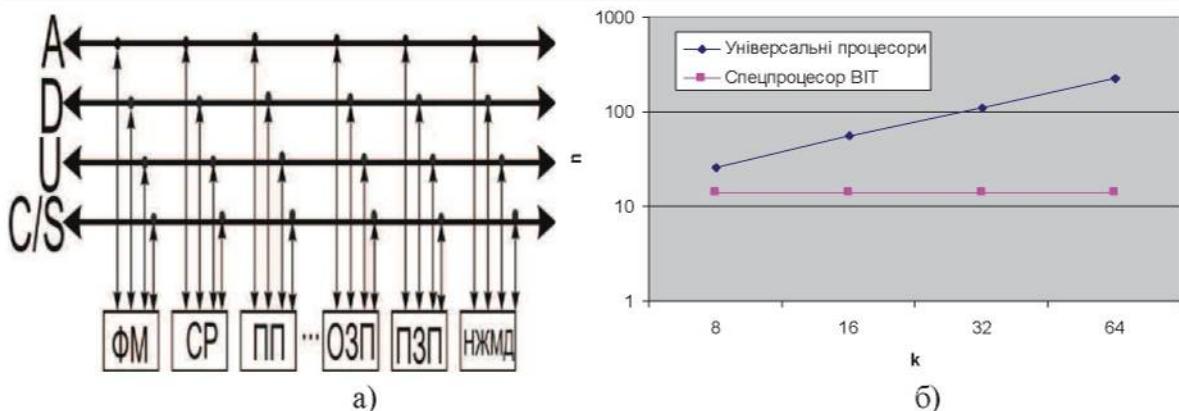


Рисунок 7- Структура біт-орієнтованих зв'язків процесора ВІТ (а) та відносна оцінка кількості комунікативних зв'язків у процесорах базису Радемахера та спецпроцесорів ВІТ(б)

На рисунку 7 представлено наступні компоненти: А, Д, У- шини адресу , даних та управління , ФМ (функціональні модулі)- регістри, акумулятор, лічильник адресів, АЛП, шифратори, дешифратори, три stabільні ключі, клапани; СР- сопроцесори, матричний перемножувач, квадратор, прискорювач; ПП- периферійні пристрої; ОЗП- оперативний запам'ятовуючий пристрій; ПЗП- постійний запам'ятовуючий пристрій; НМЖД- накопичувач на жорсткому магнітному диску.

Висновок. З представленого на рисунку 7 (б) графіка видно, що при зростанні розрядності кількість комутаційних зв'язків у процесорів базису Радемахера збільшується у 8-16 разів. ВІТ спецпроцесор дозволить розширити сферу застосування при опрацюванні біт-орієнтованих потоків інформації, у системі управління згоряння твердого палива у когенарійній тепловій установці.

Перелік використаних джерел

1. Билека Б. Д. К выбору энергетического оборудования когенерационных установок малой и средней мощности [Текст] / Б. Д. Билека, Л. К. Гаркуша, В. Я. Кабков. // Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики : Материалы XV конференции стран СНГ с международным участием. – Киев, 2005. – С. 57–64.
2. Загородній Р. І. Термоелектричні когенераційні системи / Р. І. Загородній, І. Б. Луцик. // Відновлювальна енергетика, нові автоматизовані електротехнології в біотехнічних системах АПК : II міжнародна науково-практична конференція молодих вчених «Відновлювальна енергетика, новітні автоматизовані електротехнології в біотехнічних системах АПК». – К. : НУБіП України. – 2014. – С 43–44.
3. Тодорцев Ю. К. Выбор экономичной схемы регенерации когенерационной энергетической установкой [Текст] / Ю. К. Тодорцев, О. С. Тарактий, А. Н. Бундюк. // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2015. – №2/8(74). – С. 17–22. doi: 10.15587/1729-4061.2015.40401
4. Гуменний П.В. Функціональна структура спецпроцесора вертикально-інформаційної технології та його компоненти. /П.В. Гуменний, Я.М. Николайчук// Вісник національного університету "Львівська політехніка", "Комп'ютерні системи та мережі". –2012. –№745. –С.69.
5. Патент на корисну модель. №70744 Україна, МПК H038M. Аналого-цифровий перетворювач /Я.М. Николайчук, П.В. Гуменний. – опуб. 25.06.2012, бюл. №12.

СЕКЦІЯ 2 МІКРОПРОЦЕСОРНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

УДК 004.31

Гогирчак М.Ю.

Тернопільський національний економічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОНОМНОГО КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЕМ

Вступ. Розвиток технологій програмованих логічних інтегральних схем, розробка нових, більш продуктивних, архітектур комп'ютерів для обробки знань залишається актуальною задачею. За останні десятиліття обчислювальна техніка і форми її використання набули значних змін. Цей процес викликаний як появою нової елементної бази, що дозволяє робити високошвидкісні та відносно дешеві персональні комп'ютери, так і зближенням обчислювальної техніки і технологій зв'язку. Така ситуація забезпечує можливість створення систем, в яких зберігання, обробка та передавання інформації пов'язані настільки тісно, що стає неможливим здійснити адекватний поділ на складові такої інтегрованої системи. Як це нерідко відбувається з напрямками, що виникають на стику різних галузей техніки, комп'ютерні мережі зазнають період інтенсивного розвитку як з погляду практичного застосування, так і в плані розробки теоретичних питань.

Мета: Дослідження систем навігації для автомобілів та розробка комп'ютерно-інтегрованої системи автономного керування автомобілем.

1. Аналіз систем навігації для автомобілів

Інтелектуальна транспортна система (ІТС) - це інтелектуальна система, що використовує інноваційні розробки в моделюванні транспортних систем і регулюванні транспортних потоків, що надає кінцевим споживачам більшу інформативність і безпеку, а також якісно підвищує рівень взаємодії учасників руху в порівнянні зі звичайними транспортними системами.

Інтерес до ІТС з'явився з приходом проблем дорожніх заторів, як результат об'єднання сучасних технологій моделювання, управління в реальному часі, а також комунікаційних технологій. Дорожні затори з'являються по всьому світу як результат дедалі більшої автомобілізації, урбанізації, а також зростання населення та в результаті зменшують ефективність дорожньо-транспортної інфраструктури, збільшуючи таким чином час шляху, витрату палива і рівень забруднення навколишнього середовища.

Сучасні розробки в технологіях вбудованих систем дозволяють використовувати операційні системи реального часу, а також більш високорівневі додатки, що дають можливість застосовувати розробки в галузі штучного інтелекту. Зростання потужностей процесорів, використовуваних у вбудованих системах, а також підвищення їх сумісності з процесорами в персональних комп'ютерах, веде до розширення можливостей повторного використання коду та перенесення більш інтелектуальних сервісів з рівня ПК в рівень вбудованої системи.

Таким чином, забезпечення безпеки руху, розвиток комунікаційних систем та систем позиціонування в автомобілі привели до створення автономних транспортних засобів.

Безпілотний автомобіль - транспортний засіб, обладнаний САУ, який може

пересуватися без участі людини. В якості автономної системи, він здатен сканувати навколошне середовище та орієнтуватись в ньому. Людина може обрати місце призначення, але не є обов'язковим механічне керування транспортом. Такі автомобілі облаштовані відеокамерами, лазерними далекомірами, системою GPS-навігації, оптичними та звуковими давачами (рисунок 1).



Рисунок 1 – Розміщення давачів на автономно керованому автомобілі

Прогресивні комп'ютерні системи управління аналізують всю отриману інформацію та дозволяють автомобілю рухатись обраним шляхом, оминаючи перешкоди та дотримуючись правил дорожнього руху.

Технологія безпілотних автомобілів ще не розвинулась до можливості запуску в серййоне виробництво, але її введення могло б привести ряд переваг:

- менше транспортних пригод у зв'язку з підвищеною надійністю автономної системи, в порівнянні з людиною-водієм;
- підвищення пропускної здатності та зменшення навантаження на проїжджу частину в зв'язку з необхідністю дотримання безпечної відстані;
- можливість краще управляти дорожнім потоком;
- відпочинок від водіння та навігації;
- менше обмеження швидкості для автономних машин;
- відсутність обмежень на стан пасажирів – користуватись такими автомобілями можуть люди з фізичними чи психічними вадами;
- скорочення дефіциту місця для паркування. автомобіль може висадити пасажирів в пункті призначення, відправитись до найближчого паркінгу і за потреби повернутись назад;
- ліквідація надлишкових пасажирів (стосується таксі, автомобілів служб доставки, міського транспорту і т.п.);
- зменшення простору, необхідного для паркування транспортного засобу;
- зниження потреб в транспортній поліції та страхуванні транспортних засобів;
- відсутність потреби в фізичних дорожніх знаках. комп'ютерна система автономного автомобіля здатна отримати всю інформацію по бездротовій мережі;
- покращена економія пального.

На даний час коефіцієнт використання (КВ) автомобілів становить всього 4%, тобто практично весь час автомобіль марно простоює в гаражі або на парковці. Для порівняння, у пасажирських літаків КВ дорівнює 96%, і це правильно - техніка повинна працювати безперервно, інакше вона просто заіржавіє, застаріє і втратить свою вартість. Завдяки автопілоту ми можемо підняти КВ автомобіля до тих же 96%. Одна і

та ж машина може завести на роботу спочатку власника, потім повернутися додому і транспортувати дружину, потім з'їздити за дитиною і по інших справах. Можна також використовувати машину спільно з сусідами. Підвищення КВ має і побічні ефекти. Адже сама собою зникне проблема з парковками в містах. Машини не будуть простоювати, їм не потрібні паркувальні місця. Отже, суттєво зміниться вигляд та інфраструктура міст.

Для навігації та визначення місця розташування безпілотний автомобіль використовує систему навігації GPS (Global Positioning System). Основний принцип використання системи - визначення місця розташування шляхом вимірювання моментів часу прийому синхронізованого сигналу від навігаційних супутників до споживача. Відстань обчислюється за часом затримки розповсюдження сигналу від посилки його супутником до прийому аненою GPS-приймача. Тобто, для визначення тривимірних координат GPS-приймачу потрібно мати чотири рівняння: «відстань дорівнює добутку швидкості світла на різницю моментів прийому сигналу споживача і моменту його синхронного випромінювання від супутників». Існує також альтернативна система глобальної навігації російської розробки – ГЛОНАСС, яка поки що в самокерованих автомобілях не використовується..

2. Розробка комп'ютерно-інтегрованої системи автономного керування автомобілем

Розробка комп'ютерно-інтегрованої системи (КІС) з програмою стеження та руху за лінією створюється на основі мікроконтроллера Atmel Atmega8-16PU та фотодатчиків BPR-301 [1]. Обладнаний такою системою автомобіль здатен рухатись, притримуючись дорожньої розмітки та оминати перешкоди. Конструкція ходової частини робота являє собою платформу з двома електродвигунами, що керують, відповідно, передніми (направляючими) та задніми (ведучими) колесам.

У якості драйвера двигунів використана мікросхема L293D, входи якої під'єднані до виходів мікроконтроллера так, як показано на рисунку 2.

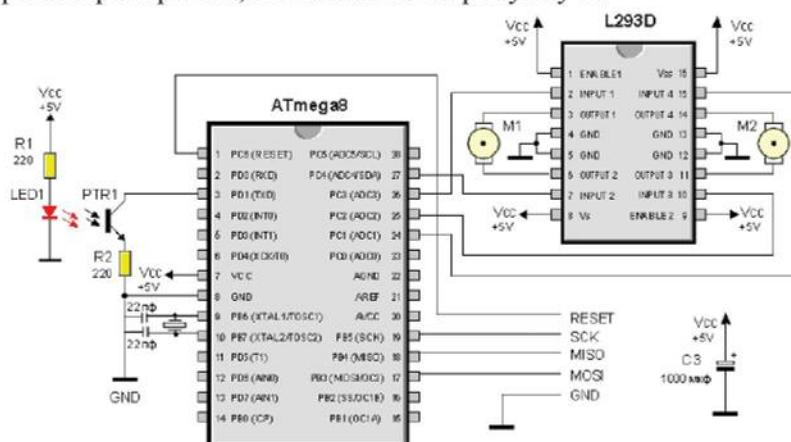


Рисунок 2 - Основна електрична схема

Принцип роботи оптичного датчика заснований на властивості поверхонь по-різному відображати падаюче на них світло [2]. Чорні або темні поверхні відбивають світло набагато гірше, ніж білі або світлі. Вловлюючи відображене світло, можна визначити тип поверхні, що знаходиться під датчиком. При спрацьовуванні фототранзисторів на виході формується сигнал низького рівня, який надходить до

керуючого процесору, та, у відповідності з закладеною в нього програмою, подає сигнал на схему L293D. Яка, в свою чергу, генерує необхідний сигнал для приведення в дію електродвигунів. Для прошивки (програмування) керуючого мікроконтролера використаний простий USB-програматор, що базується на Atmega8 [1]. Монтаж фотодавачів проведений так, щоб 3 з них фіксували розмітку, а інші 2 – наближення до перешкоди. Для перевірки та налаштування робота використовується більш аркуш паперу з нанесеною на ньому чорною лінією ширину 15-20 мм.

Як видно зі схеми (рисунок 2), входи драйвера двигунів L293D підключені до порту С мікроконтролера ATmega8 [1]. Електролітичний конденсатор С3 (1000мкф, 10-25ст) необхідний для того, щоб згладити кидки живлення, викликані роботою моторів. Саме він дає можливість працювати схемі з необхідним рівнем стабільності. Забезпечення стабілізації живлення - один з найважливіших аспектів проектування пристрій на мікроконтролерах. Виходи 0-4 порту D використовуються як приймачі сигналу з фототранзисторів (на схемі, з метою мінімізації, показаний вивід лише на 1 фототранзистор, D1). Приєднання діодів показано в лівій верхній частині схеми: резистор 220 Ом на живлення, а вихід безпосередньо з'єднується з землею. Для зручної заміни/відключення якогось із компонентів схеми були використані панелі DIP-28 та DIP-16 для мікросхем Atmega8 та L293D відповідно, а також штирьові з'єднувачі PLD-80(40) і PBD-80(40). Останніми було реалізоване з'єднання обох двигунів з мікросхемою, виводу живлення, землі, датчиків та гнізда для програматора. Кварцовий резонатор (виходи 9 XTAL1 і 10 XTAL2) має частоту 8Mhz і використовується для налаштування мікроконтроллера на цю частоту програмування (за замовчуванням Atmega8 містить кварц 4Mhz) [1-2].

Збір проводився на монтажній платі LP7050-2.54-1 (50x70мм). Вигляд зібраної схеми наведений на рисунку 3.

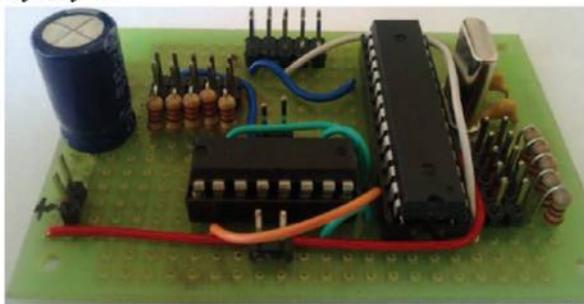


Рисунок 3 - Вигляд зібраної схеми

Висновок. Тестування спроектованої КІС показали, що вона виконує належні їй функції та здатна правильно визначати своє положення відносно нанесеної розмітки. Давачі, розташовані попереду корпусу допомагають визначити наявність перешкод. Для покращення стійкості та надійності системи доцільно встановити додаткові оптичні давачі для фіксації перешкод, що наближаються позаду або виникають зі сторін. Використання лазерних дальномірів замість фото давачів дозволить значно розширити «поле видимості» КІС автономного керування автомобілем.

Перелік використаних джерел.

1. В.В. Кирик Мікропроцесорна техніка.- К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2014.- 183с.
2. М.І. Когутяк Технічні засоби автоматизації. - Івано-Франківськ : ІФНТУНГ Факел, 2008. - 212 с.

Загорулько А.А.¹, Яковів В.І.¹

¹Тернопільський національний економічний університет

ПРОЕКТУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТЕПЛОВЕНТИЛЯТОРОМ

Вступ. У наш час важко уявити собі галузь народного господарства, в якій не можна було б використати мікропроцесор, мікроконтролер чи мікро ЕОМ. І ці пристрії можуть вбудовуватись у контури керування технологічним процесом, верстати, різноманітні прилади та багато інших пристріїв і систем.

Завдання створення автоматизованих систем керування технологічними процесами з використанням мікро ЕОМ постають практично у всіх галузях. Перед розробниками автоматизованих систем виникають, у першу чергу, питання, яким чином реалізувати вже відомі технічні системи на надійнішій елементній базі та з більшою ефективністю. При цьому вирішується питання взаємозв'язку показників надійності систем та економічної ефективності.

Мета: Дослідження мікропроцесорного управління технологічними процесами та проектування мікропроцесорної системи управління тепловентилятором.

1. Визначення переваг застосування мікропроцесорних систем

Мікропроцесор – це напівпровідниковий прилад, який складається з однієї або кількох програмно-керуючих великих інтегральних схем і виконує функції автоматичної обробки інформації [1]. Сучасні мікропроцесорні вимірювальні прилади можуть бути подані як засоби вимірювання, що здійснюють двосторонню взаємодію: з оператором і системою збирання інформації, і односторонньою: з об'єктом вимірювання і навколошнім середовищем. Застосування у вимірювальних приладах мікропроцесорів, що мають можливість програмної обробки інформації, вводить у прилад деякий „інтелект” і дозволяє не тільки поліпшити параметри приладу, але й надати йому абсолютно нових якостей [2-3].

Мікропроцесорне управління в вимірювальних приладах дозволяє здійснити:

1. Розширення вимірювальних можливостей.

Застосування мікропроцесорів (МП) дозволяє істотно розширити можливості переліку параметрів сигналів і характеристик пристрій. Це пов'язано, перш за все, з використанням, здавалося б, застарілих видів вимірювань: непрямих та сукупних. Через необхідність застосування кількох приладів, зняття деяких відліків і наступних обчислень непрямі вимірювання сприймаються багатьма експериментаторами, як примітивні, несучасні. Корінним чином змінюється положення при включені до складу приладу мікропроцесорів. За командою, одержаною з клавіатури, автоматично відповідно до заданої програми визначаються режими вимірювань, запам'ятовуються результати прямих вимірювань, виконуються необхідні обчислення і видається значення вимірюваної фізичної величини на дисплей.

2. Поліпшення метрологічних характеристик.

Наявність у приладі МП дозволяє скоригувати, виключити систематичні похибки і зменшити вплив випадкової складової похибки. Інваріантність, реалізована за допомогою мікропроцесорів, дозволяє додатковими вимірюваннями і операціями над ними виробити таку корекцію результату вимірювання, яка дозволить у відомих межах

зробити результат вимірювання нечутливим до зовнішніх умов, змін внутрішніх параметрів приладу і інформативних параметрів вимірюваного сигналу.

3. Сервіс.

У процесі взаємодії приладу з оператором останньому надається значний сервіс у розумінні як надання результатів у зручній формі, так і спрошення керування приладом. Легко реалізується нормалізація результату, збільшення інформативності зображення результату вимірювання шляхом зміни кольору, мигтіння, звукової сигналізації тощо.

4. Організація вимірювальних систем.

Прилад, що містить МП, як правило, оснащений чи доповнений різними інтерфейсами, що дозволяють вмикати його до мікро-ЕОМ. Це дає можливість об'єднувати певну сукупність приладів у єдину вимірювальну систему.

2. Визначення основних функцій проектованої мікропроцесорної системи

Завданням проектованої мікропроцесорної системи є підтримувати задану користувачем температуру. Якщо температура менша від мінімальної то необхідно включити нагрівач і вентилятор. Якщо ж температура піднімається вище максимальної то включається вентилятор без нагрівача. Також передбачено включення вентилятора і світлодіода "помилка", коли температура становитиме більше 30 градусів. Про включення вентилятора чи нагрівача повинні сигналізувати відповідні світлодіоди "Вентилятор включений" і "Нагрівач включений". Для визначення температури використовується цифровий термометр. Система також повинна виводити обидві температури на індикатори. Для цього використовуються 4 семисегментні індикатори. Для управління МПС використовуються такі кнопки: збільшення температури нагрівача, зменшення температури нагрівача, збільшення температури вентилятора, зменшення температури вентилятора і скидання процесора.

3. Визначення функціональних вузлів і блоків проектованої системи.

На рисунку 1 зображена структурна схема мікропроцесорної системи управління тепловентилятором.

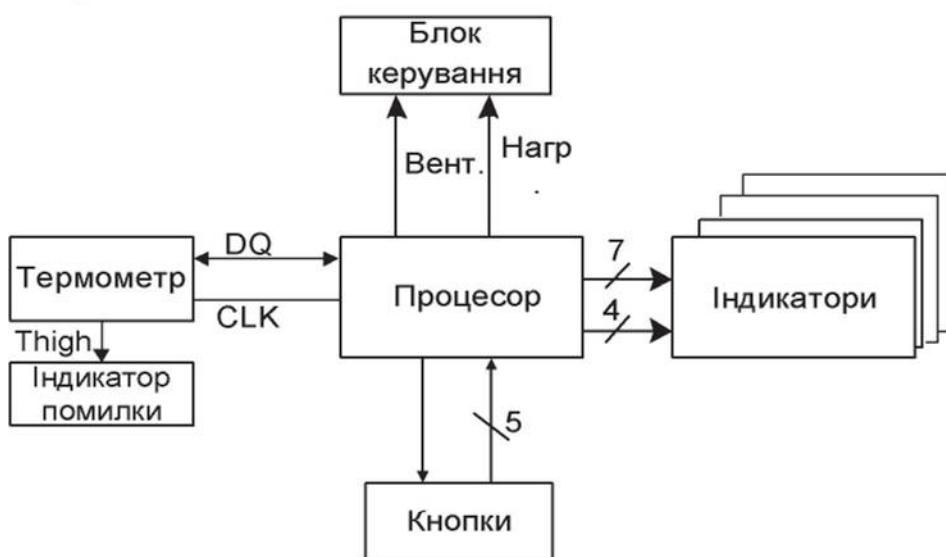


Рисунок 1 - Структурна схема мікропроцесорної системи управління тепловентилятором

Блок центрального процесора. Це головний блок у мікропроцесорній системі, що побудований на базі мікроконтролера AT89C2051. Саме процесор проводить читання та запис температури у термометр, виводить температуру на індикатори, опитує клавіатуру, вмикає та вимикає реле. У даній схемі для вводу-виводу даних і керування системою використовуватимуться порти P1 і P3 процесора.

Блок датчика температури. У цій схемі він є одним із головних елементів. Він побудований на базі датчика температури DS1620, для його підключення використовують сигнали DQ і CLK. Він здійснює вимірювання температури, яку потім читає процесор. Вимірювання температури відбувається з кроком у 0,5 градуса. Також до датчика температури входить схема індикатора перегріву "Помилка" її доцільно підключати до виводу Thigh. Тоді у індикації помилки процесор не буде брати участі.

Блок індикаторів. В ролі індикаторів будуть використовуватись семисегментні індикатори. Для виводу температури потрібно 2 індикатори (1 для десятків, 1 – для одиниць). Так, як в нас використовуються окремі індикатори то всього їх буде 4. Для підключення кожного з індикаторів потрібно 7 ліній, оскільки у мікроконтролера немає стільки виходів то всі індикатори повинні підключатися паралельно. Для того щоб усі індикатори не показували однакові цифри для кожного індикатора потрібно використати регістр KP580ИР82, для його керування використовують сигнали OE і STB. Якщо на OE подати "0" то виходи регістра відкриються і світлодіод засвітиться. Вхід STB використовується для запису даних в регістр, якщо подати щодо перепаду сигналу з "0" в "1" то в регістр запишутися нові дані. Для економії керуючих сигналів ми з'єднаємо цих два керуючих входи. Якщо на цей вхід ми подамо "0" то індикатор буде світитись, а якщо ми поміняємо сигнал на "1" то в регістр запишутися нові дані і індикатори не будуть світитися.

Блок кнопок. Всього їх повинно бути 4 для кожної з них використовується окрема лінія вводу/виводу.

Блок керування. Даний блок буде складатися з двох реле: одне для включення вентилятора, а друге для включення нагрівача.

4. Основні технічні характеристики проектованої системи

Швидкодія цієї системи визначається тривалістю зчитування температури, а також затримкою включення вентилятора і нагрівача. Для зчитування температури треба два рази викликати процедуру запиту (керуючі слова start convert і stop convert) і один раз процедуру читання (керуюче слово read term). Це приблизно 200+200+250 команд. Нехай ще 50 команд потрібно для аналізу температури. Але між подачею керуючих слів start convert і stop convert буде проводитись опитування кнопок і вивід температури на індикатори, щоб дати змогу термометру виміряти температуру. Разом виходить 700 команд. Якщо внутрішня частота процесора дорівнює 4МГц, а кожна команда виконується за два такти, то за 1с центральний процесор виконає 2 млн. команд. Таким чином, склавши пропорцію отримаємо:

1— 2000000;

X—700.

X= 700/2000000= 0.00035с= 350мс.

Отже, цей процесор цілком підходить по швидкодії.

В таблиці 1 подано значення споживаної потужності елементів мікропроцесорної системи.

Таблиця 1 - Значення споживаної потужності елементів МПС

Назва елементів	Споживна потужність елементів, Ватт	Кількість	Сумарна потужність, Ватт
Мікроконтролер	0.5	1	0.5
Регістри	0.20	4	0.8
Семисегментні індикатори	0.25	4	1
Світлодіоди	0.2	3	0.6
Шинний формувач	0.28	1	0.28
Цифровий термометр	0.15	1	0.15
Споживана потужність МПС			3,33

Перед побудовою МПС необхідно визначити яку кількість електроенергії споживатиме цей пристрій. Це необхідно для того, щоб ми знали яке джерело живлення можна використовувати.

Потужність схеми приблизно становить 3,33 Ват. Отже, це дозволяє організувати живлення за допомогою звичайних батарейок, хоча це нелогічно, оскільки без нагрути 220В не буде працювати ні вентилятор, ні нагрівач.

Висновок. Проведені дослідження показали, що використання мікропроцесорів і мікро ЕОМ у системах керування виробництвом зумовлене різким зниженням їх вартості та можливістю створення на їх основі розподілених децентралізованих систем керування. Ці системи реалізуються на базі універсальних комп'ютерів з відповідним програмним забезпеченням, а також мікропроцесорних контролерів з широким діапазоном технічних характеристик.

Розроблена мікропроцесорна система управління тепловентилятором на основі мікроконтролера AT89C2051 фірми Atmel. Розроблена мікропроцесорна система забезпечує контроль температури і може бути використана у сільському господарстві, для інкубаторів та пристройів, де потрібен контроль температурних параметрів. Ефективним також буде застосування її у медичних барокамерах або у квартирі, замість кондиціонера. Потужність схеми становить 3,33 Ват. що дозволяє організувати живлення за допомогою звичайних батарейок.

Передбачена можливість розширення функціональних можливостей мікропроцесорної системи за рахунок підключення датчиків вологості повітря і тиску. Додавши індикатори для їх виводу передбачена можливість створення системи "розумний дім", яка б сама стежила за кліматичними умовами в будинку.

Перелік використаних джерел

1. Б.Я. Цилькер, С.А. Орлов Организация ЭВМ и систем: Учебник для вузов. – СПб. Питер, 2006. -668с.
2. В.М. Локазюк. Мікропроцесори та мікроЕОМ у виробничих системах. Видавн.центр “Академік”, Київ 2002. -234с.
3. Кирик В.В. Мікропроцесорна техніка: Навчальний посібник.-К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2014.- 183с.

РОЗРОБКА МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ПРИСТРОЮ СТИСНЕННЯ ОБ'ЄМІВ ЦИФРОВОЇ ВІДЕОІНФОРМАЦІЇ

Вступ. На даний час значна увага приділяється напрямку вивчення принципів обробки зображень, причому, пріоритетними є автоматизовані методи, привабливим своєю гнучкістю. Можливості інтелектуального аналізу зображень за допомогою комп'ютерів залишаються актуальною задачею. Необхідність поглибленої обробки й розпізнавання вимагають поєднання декількох областей, наприклад робототехніка й медицина, архівація паперових носіїв інформації, картографія і логістика (GPS), охоронні і експертні системи та ін. Промислові роботи, оснащені комп'ютерним зором дозволяють досить швидко і з невисокими затратами переналагоджувати виробництво на випуск нової продукції, а транспортні роботи - забезпечують надійну орієнтацію в просторі. Експертні системи, що опираються на бази даних, які включають зображення, для пошуку й розпізнавання заданих об'єктів вимагають швидкого й надійного аналізу цифрової відеоінформації в спеціалізованих архівах зображень або в базах Інтернет. Таким чином, розробка засобів, які підвищують ефективність використання обробки зображень (відеоінформації) є важливою і актуальною задачею.

Мета: Дослідження методів та технічних засобів стиснення об'ємів візуальних даних.

1. Аналіз засобів для перегляду та обробки графічних даних

Завдання стиснення зображення при збереженні високої якості існує, мабуть, із часів зародження телевізійної техніки. Сьогодні відеодані подорожують по мережах TCP/IP, усе популярнішими стають розподілені системи відеоспостереження, зростає потреба в передачі якісного відеосигналу по звичайних телефонних лініях і радіоканалах. Графічні формати цифрових зображень та засоби їх перегляду та редагування наведені на рисунку 1 [1].

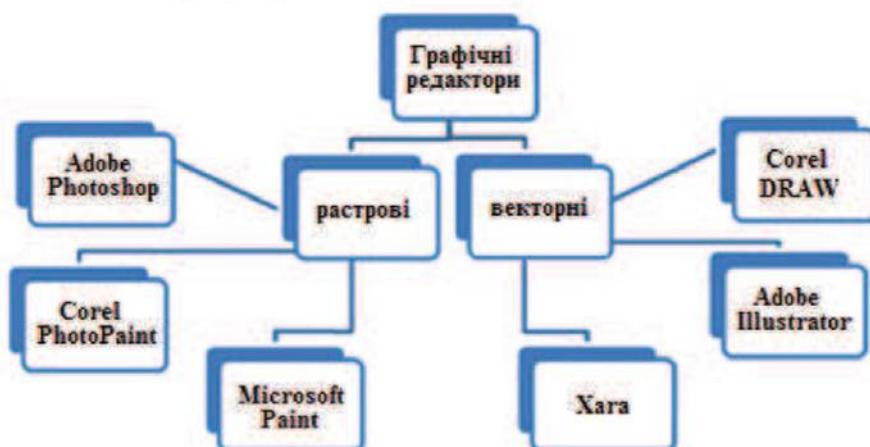


Рисунок 1 – Графічні формати цифрових зображень

Растрові і векторні зображення належать до двох абсолютно різних класів, знання технічних особливостей яких необхідне для істотного розширення світогляду взагалі, а головне – професійних можливостей в області їх застосування.

Растровими зображеннями є масив пікселів однакових за розміром і формою плоских геометричних фігур, розташованих у вузлах регулярної сітки, що складається з комірок однакової форми і розміру. Для кожного пікселя вказується певний колір.

Векторні зображення це сукупність складних і різноманітних геометричних фігур. Основною особливістю векторної графіки є наявність керуючих параметрів, які відповідають за зовнішній вигляд зображення. Наприклад, керуючими параметрами кола вважаються діаметр, колір, тип лінії і так далі.

У деяких випадках для досягнення певного художнього ефекту, дизайнери як вихідний матеріал використовують растрове зображення, а коли мета досягнута, конвертують його у векторний формат. Конвертація точкового зображення у векторне називається векторизацією або трасуванням і проводиться за безпосередньої участі користувача так само програмно або апаратно.

Пікселі, з яких складаються растрові зображення, мають фіксований розмір. Тому при спробі змінити розмір малюнка, якість отриманого результату залишає бажати кращого. Іншим, не менш істотним недоліком точкових зображень є відсутність чітко вираженої структури об'єктів, подібної до тієї, що є присутнім у векторних зображеннях. Додайте до вже перерахованих особливостей точкових зображень, обсяг файлу, що перевищує допустимі норми для передачі у мережі, наприклад, Інтернет, і ви зрозумієте, чому точкові зображення не користуються особливою популярністю, наприклад, у веб-розробників. Їх використовують у крайніх випадках і завжди конвертують у векторний формат, придатний для розміщення на сторінках сайтів.

Векторні зображення відрізняються гнучкою структурою, що дозволяє вносити зміни, звівши до мінімуму можливість погіршення якості зображення. За зменшення або збільшення точкового зображення відповідає спеціальний параметр - масштаб. Подібні зміни жодним чином не впливають на обсяг файла векторного зображення. Щоб мати можливість істотно вплинути на векторне зображення (наприклад, змінити колір) доведеться виконати перетворення в точковий формат. Процес конвертації векторного зображення в точкове, називається раструванням, і являє собою автоматизовану технологію, що виконується програмним додатком або спеціалізованим кодеком.

2. Аналіз параметрів визначення обсягів відеоінформації

Обробка повноформатної кольорової відеоінформації для забезпечення високої роздільної здатності і якості виконується у вигляді перекодування растрового зображення у векторну форму. При цьому виникають проблеми із накопиченням і передаванням великих обсягів відеоінформації. Звичайно це питання вирішується шляхом обробки відеоінформації математичними алгоритмами, наприклад, швидким перетворенням Фур'є[2]. При цьому досягається стиснення обсягів інформації. Необхідно враховувати такі характеристики, що впливають на обсяг і якість відео [3]:

- частота кадру;
- роздільна здатність екрану;
- глибина кольорів;
- якість зображення.

Чим більша глибина кольорів, вища роздільна здатність і краща якість, тим більша продуктивність комп'ютера та обсяги дискового простору потрібні для обробки цифрового відео. З огляду на ці характеристики, можна вибрати оптимальний

коєфіцієнт стиснення. Найпростіші розрахунки показують, що 24-бітне кольорове відео, при роздільній здатності 640×480 і частоті 30 кадрів вимагає передачі 26 Мбайт даних у секунду. Цей потік не тільки виходить за рамки пропускної здатності комп'ютерної шини, але й моментально "з'єсть" будь-який дисковий простір.

Іноді для зменшення цього обсягу даних до розумного рівня досить оптимізувати один з перерахованих вище параметрів відеосигналу. Сучасні додатки (ігри, комп'ютерні тренажери, відео кіоски й деякі ділові пакети) найчастіше не вимагають повноекранного відео. Такі програми звичайно використовують відео у вікні, і для них не потрібно оцифровувати цілий кадр.

Проведені дослідження показали, що зменшення розміру зображення дозволяє зменшити обсяг даних, що передаються за одиницю часу. Однак пропускна здатність стандартної ISA-шини близько 600 Кбайт/с., тому навіть істотне зниження якості відео, не достатньо зменшує обсяг даних, який в 6 разів більший допустимого рівня. Всього 1 с відео займає 3,3 Мбайт. Для двогодинного фільму необхідно 23,73 Гбайт дискового простору. За рахунок подальшого зменшення розміру вікна, зниження якості зображення й переходу з RGB формату на YUV (4:1:1) можна домогтися ще деякого зниження обсягу даних, приблизно до 1,5 Мбайт/с, проте цього недостатньо.

Очевидно, що стиснення відео є необхідним для зменшення об'єму цифрових відеофайлів, призначених для зберігання чи передачі каналами зв'язку, при цьому пріоритетним є максимальне збереження якості оригіналу. Для цього використовуються наступні методи стиснення: звичайний в режимі реального часу, симетричний або асиметричний, із втратою якості або без втрати, стиснення відеопотоку або по кадрове стиснення. Проте теоретичні і експериментальні дослідження показали, при використанні вейвлет - перетворень можливо досягнути коефіцієнта стиснення у сотні разів із значно меншими втратами якості, ніж у інших, стандартних методах стиснення.

3. Розробка мікропроцесорного пристрою стиснення об'ємів зображень

Технічні характеристики запропонованого мікропроцесорного пристрою стиснення об'ємів відеоданих наведені в таблиці 1. Аналого-цифровий перетворювач (АЦП) Philips SAA 7111, сигналний процесор ADSP2185 і відеокодек ADV 601 встановлюються на поверхню плати методом монтажу на поверхню. Компоненти монтуються на обидві сторони чотирьохшарової друкованої плати з технологічною нормою 150 мкм.

Таблиця 1 - Технічні характеристики пристрою стиснення об'ємів відеоданих

Вхідний сигнал	PAL - $720 \times 288 @ 50$ півкадрів/с, NTSC - $720 \times 243 @ 60$ півкадрів/с, низькочастотний ч/б
Коефіцієнт стиснення без видимих втрат	до 350
Максимальна швидкість відеопотоку у системі компресор/декомпресор	10 Мбіт/с
Швидкість відеопотоку, яка забезпечує якість SVHS	2 Мбіт/с
Енергоспоживання	450 мА по +5В

Розташування основних елементів мікропроцесорного пристрою стиснення об'ємів відеоданих наведений на рисунку 2, де 1 – АЦП SAA 7111A; 2 – Вейвлет-кодек ADV ISO 1; 3 – Процесор ADSP 21 В3; 4 – Постійно-запам'ятовуючий пристрій загрузки пам'яті програм; 5 – EDO RAM 255K x 8.

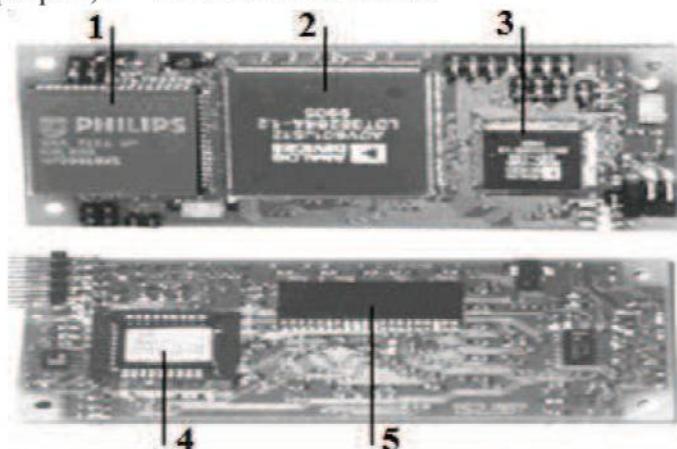


Рисунок 2 - Розташування основних елементів мікропроцесорного пристрою стиснення об'ємів відеоданих

Для налагодження та проведення експериментів відеокомпресор має інтерфейс керування, що відповідає COM-порту. Без нього одержати працюючий пристрій було б неможливо. Відеокомпресор має цифровий вход і вихід звуку, параметри яких сумісні з параметрами звукових кодеків сімейства ADSP. Наявність звукового каналу дозволить застосовувати пристрій не тільки в системах відеоспостереження, але й у традиційних сферах телевізійної техніки.

На рисунку 3 наведені вихідне (а) зображення та отримане в результаті тестування (б) мікропроцесорного пристрою стиснення об'ємів відеоданих. Результатом роботи пристрою є зображення стиснуте у 293 рази.



Рисунок 3 – Вихідне (а) та стиснute (б) зображення

Висновок. Запропонований пристрій забезпечує високий ступінь стиснення, що дозволяє помістити відеосигнал у низькошвидкісний канал зв'язку. Вдалося передати відеосигнал по звичайній телефонній лінії, зберігаючи високу якість зображення, на відстань 2,5 км.

Перелік використаних джерел

1. Яне Б. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2007. – 584 с.
2. Мандзій Б.А., Желяк Р.І. Основи теорії сигналів. Підручник. – Львів: Ініціатива, 2008. – 240 с.
3. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – СПб.: Пітер, 2002. – 608 с.

СТРУКТУРНА СХЕМА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНОМ НА ОСНОВІ CAN-КОНТРОЛЕРА

Вступ. Використання різних методів і техніки опрацювання сигналів дозволяє покращити технічні і експлуатаційні характеристики систем управління технологічними процесорами. Впровадження методів і засобів обробки сигналів залежить від ефективності засобів збору та обробки даних.

Система, яка складається з персоналу та комплексу засобів автоматизації для його діяльності, реалізуючи при цьому інформаційну технологію виконання установлених функцій, називається автоматизованою. Автоматизована система управління орієнтована на широке та комплексне використання різноманітних технічних засобів і економіко-математичних методів для розв'язування інформаційних завдань управління [1]. Однією з них є управління двигунами, які беруть участь у технологічному процесі. Невід'ємною частиною такого управління є використання CAN-контролера [2].

Мета: Метою роботи є розробка схеми системи керування електродвигунами на основі CAN-контролера.

1. Розробка схеми системи керування електродвигуном

На рисунку 1 наведено розроблену структурну схему системи керування електродвигунами на основі CAN-контролера.

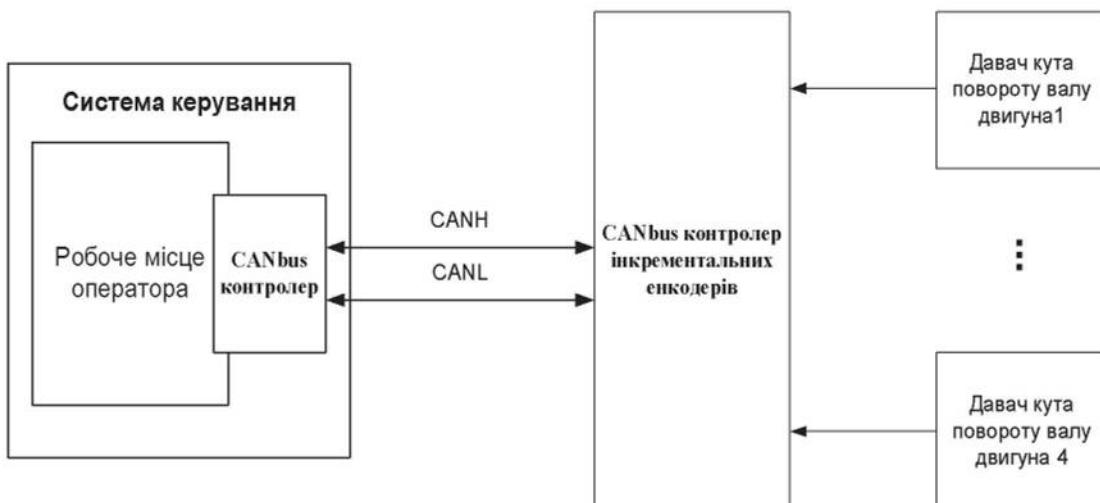


Рисунок 1 - Структурна схема системи керування електродвигунами на основі CAN-контролера

Вона характеризується такими показниками:

- 1) обмін даними по CANbus шині з швидкістю 1 Мбіт/с;
- 2) формування та передача значення кутів повороту валу електродвигуна за показниками інкрементальних енкодерів;
- 3) підтримка можливості одночасного підключення до чотирьох енкодерів.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Передача даних між вузлами мережі здійснюється по шині CANbus. Система передбачає під'єднання до неї вузлів різного призначення з використанням CANbus контролерів.

Контролер повинен працювати таким чином: на основі даних, що неперервно надходять від блоку інкрементальних енкодерів формується абсолютні значення кутів повороту валу електродвигунів. При надходженні запиту від системи керування контролер повинен забезпечити передачу текучих значень кутів повороту по CANbus. Для цього вимагається заповнити інформаційну частину повідомлення та передати це повідомлення по шині.

Для формування абсолютних значень кутів повороту валів використовуються 16-розрядні лічильники, що реалізовані у внутрішній логіці контролера. Отже для моніторингу чотирьох електромоторів сумарна кількість байт даних, що повинна передаватись в систему управління становить 8 байт. Для передачі 8 байт даних по CANbus достатньо одного повідомлення.

CANbus-орієнтований контролер, який використовується у схемі, складається з наступних блоків:

- блок інтерфейсу CANbus;
- блок керування;
- блок синхронізації;
- блок лічильників.

Блок інтерфейсу забезпечує узгодження внутрішніх блоків контролера із шиною CANbus.

Основними функціями блоку інтерфейсу є приймання та передача повідомлень відповідно протоколу CANbus та формування рівнів сигналів відповідно рівням шини CANbus.

Блок керування виконує формування сигналів керування для всіх решти блоків контролера. Крім того, він має внутрішні буфери для збереження абсолютних значень кутів повороту валів електромоторів, що обчислюються блоком лічильників в момент надходження запиту по шині CANbus.

Блок синхронізації є джерелом синхроімпульсів для всіх решти блоків контролера.

Блок лічильників виконує безперервні обчислення кутів повороту валів електромоторів на основі даних, що надходять від інкрементальних енкодерів. Він складається з 4-х 16-розрядних лічильників та формувача сигналів керування для кожного із лічильників.

Висновок. У даній роботі розроблено схему системи керування електродвигунами на основі CAN-контролера

Перелік використаних джерел

1. Хомич С.В. Мови опису апаратних засобів / С.В.Хомич. – К.: Техніка, 2014. – 193 с.
2. Dietmayer K. CAN Bit Timing/ K.Dietmayer // Philips Semiconductors, Technical Report HAI/TR9708, 2007. – 132 p.

Макара О.В.¹, Фандзига Г.С.², Войтенко О.О.¹

¹ Тернопільський національний економічний університет

²Чортківська загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів №7, м. Чортків

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЗАВАНТАЖЕНІСТЮ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ ПРИОРИТЕТНОГО КОНТРОЛЕРА

Вступ. В останнє двадцятиріччя розвиток комп'ютерних технологій вступив у абсолютно нову фазу. Обчислювальні машини прийшли в усі сфери людської діяльності. Практично кожне підприємство, незалежно від сфери діяльності, важко уявити без комп'ютерної техніки [1]. Результатом цих тенденцій стала необхідність забезпечення зростання переданого по локальних мережах обсягу даних і, оскільки додатки стали більш інтерактивними, зменшення часу затримки при передачі даних.

Так як при роботі використовується не одна, а сотні обчислювальних машин, то існує необхідність об'єднання їх в єдиний інформаційний простір [2]. Це завдання з успіхом вирішують мережеві технології, що дозволяють запропонувати десятки готових рішень. Однак навіть правильно спроектована мережа може поступово виробити свій ресурс, зважаючи на поступове розширення і збільшення навантаження на обладнання. У цих умовах вкрай необхідний пристрій, який міг би не тільки оцінювати цілісність мережі і готовність обладнання для вирішення поставлених завдань, а й оцінити реальну завантаженість як всієї мережі в цілому, так і окремих її ділянок і навіть кінцевого обладнання.

Мета: Розробка системи управління завантаженістю мережі на основі пріоритетного контролера.

1. Розробка пристрою

З точки зору виробників мікропроцесорної техніки всі завдання, які розв'язуються системами вбудованого управління, діляться на два великі класи: управління подіями в реальному часі і керування потоками даних. Кожен клас висуває свої специфічні вимоги до мікропроцесора або мікроконтролера, що відбивається, перш за все, в наборі функцій, що реалізуються на кристалі, а також у системі команд.

До першого класу відносяться задачі, що вимагають швидкої реакції мікропроцесорної системи на зміну зовнішніх умов (на спрацьовування технологічних датчиків, зміну параметрів тощо). Як правило, системи керування приводами, енергетичними установками, роботами, а також системи розподіленої автоматизації відносяться до систем першого класу. Ці завдання вимагають застосування мікроконтролерів з великим обсягом інтегрованої на кристал периферії, включаючи реалізацію на кристалі пам'яті програм, пам'яті даних і пристрій введення-виведення, що скорочує апаратні витрати і здешевлює виріб з вбудованою системою управління. Найчастіше в системах управління цього класу для реалізації алгоритму управління вимагається пам'ять відносно невеликого об'єму (до 32 Кбайт).

До другого класу відносяться задачі, що вимагають швидкої обробки значних обсягів інформації. Наприклад, в мікропроцесорних системах підтримки комп'ютерних мереж, в системах управління літальними апаратами, рухомим складом, в системах обробки відео-зображень, коли вбудований процесор повинен виконувати безліч різних обчислювальних операцій, у тому числі з плаваючою комою. Як правило, для

вирішення таких завдань потрібен вже високопродуктивний 32- або 64-розрядний процесор.

У багатопроцесорній системі арбітр шин може обслуговувати 1–2 центральних мікропроцесори. При організації багатопроцесорних систем потрібно розробляти схему пріоритетного арбітражу. При організації схем пріоритетного вибору арбітражу використовується три методи: паралельний, послідовний та циклічний арбітраж. На рисунку 1 представлена схема включення арбітражу шин при послідовному методі.

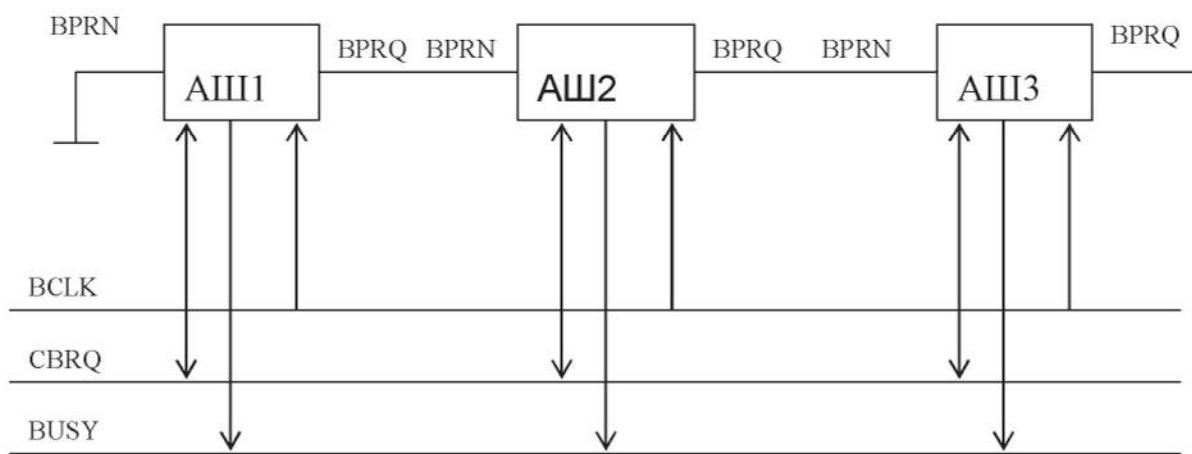


Рисунок 1 - Схема включення арбітражу шин при послідовному методі

На рисунку використані такі позначення:

- BCLK – сигнал синхронізації системної шини;
- BREQ – сигнал запиту системної шини;
- BPRN – вхід дозволу пріоритетного доступу до системної шини;
- BPRQ – вихід пріоритетного доступу до системної шини;
- BUSY – сигнал зайнятості шини;
- CBRQ – вхід/вихід загального запиту шин.

При послідовному пріоритеті ваги арбітрів задаються підключенням BPRN с BPRQ. Для схеми, зображені на рисунку, максимальний пріоритет будуть мати АШ1, а мінімальний – АШ3.

Схема паралельного вирішення пріоритетів передбачає використання додаткового пріоритетного контролера. В найпростішому випадку при апаратному заданні ваг пріоритетів пріоритетний контролер представляє собою схему, виконану на логічних елементах. Більш складні пріоритети встановлюються програмним шляхом. В цьому випадку пріоритетний контролер має зв’язок з шиною даних. В склад пріоритетного контролера входять схеми циклічного перерозподілу пріоритетів.

Мета: Розроблено схему систему управління завантаженістю мережі на основі пріоритетного контролера.

Перелік використаних джерел

1. Калабеков Б.А. Цифровые устройства и микропроцессорные системы / Б.А.Калабеков. - М.: Радио и связь, 2015. - 336 с.
2. Денисенко В. В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / В.В. Денисенко. - М: Горячая Линия-Телеком, 2019. - 608 с.

Голод Ю.В.¹, Абрамчук О.Й.², Гурик О.М.¹, Максим'юк А.І.¹

¹ Тернопільський національний економічний університет

² Лазецинська загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів Рахівського р-ну

Закарпатської обл.

ЯДРО КОНТРОЛЕРА КЕРУВАННЯ ПОТОКАМИ АУДІОДАНИХ

Вступ. Ринок мультимедіа-систем для відтворення, обробки та передачі цифрового аудіо пропонує велику кількість різноманітних пристрій, доступних користувачу [1]. Стандартизований протокол обміну даними між вказаними пристроями [2] відіграє важливу роль для сумісності обладнання різних виробників та підвищення гнучкості таких систем. Стандартом на передачу цифрового аудіо є Inter-IC Sound (I2S) - протокол фірми Філіпс, що являє собою загальноприйнятний інтерфейс для більшості сучасних аудіо аналогово-цифрових та цифро-аналогових перетворювачів.

Мета: Метою роботи є розробка ядра контролера керування потоками аудіоданих.

1. Розробка ядра контролера керування потоками аудіоданих

I2S шина призначена для передачі лише аудіо. Передача даних здійснюється послідовно по трьох лініях: лінії даних з часовим мультиплексуванням каналів, лінії вибору каналу та лінії синхронізації. Протокол визначає два типи пристрій, що можуть здійснювати обмін даними по I2S шині – мастер (Master) та слейв (Slave). Master повинен формувати сигнали синхронізації та сигнали вибору каналу. Якщо Master є передавачем, то разом із синхроімпульсами він має пересилати дані для кожного каналу.

В процесі розробки функціональної схеми ядра контролера визначено набір функцій кожного із вузлів системи, наведених на рисунку 1. Їх використання дозволяє реалізувати інтерфейс між I2S шиною та пристроєм, що під'єднується до шини.

Розріблений контролер складається з двох частин – передавача та приймача по протоколу I2S. Кожна із частин складається з регістру зсуву, розрядність якого визначає розмір слова даних контролера. Керуюча частина контролера складається з лічильника бітів та двох автоматів станів. Початкове значення, яке приймає лічильник, рівне періоду сигналу вибору каналу.

При передачі слово даних для кожного із каналів завантажується в зсувний регистр, використовуючи вхід паралельного завантаження (PL – parallelload). На кожному наступному спадаючому такті сигналу синхронізації відбувається послідовний зсув на вихід, починаючи від старшого біта. На основі виходу лічильника бітів обчислюється значення WS, яке становить '0' для лівого та '1' для правого каналів. Це значення заведене на керуючий вхід ОЕ (дозвіл виходу) буферів лівого та правого каналів.

При прийомі даних вхідна послідовність по зростаючому фронту тактової частоти надходить на послідовний вхід регістру зсуву та зсувається, починаючи з старшого біта. При рівності значення лічильника половині періоду сигналу WS значення регістру зсуву містить значення семплу даних для одного із каналів.

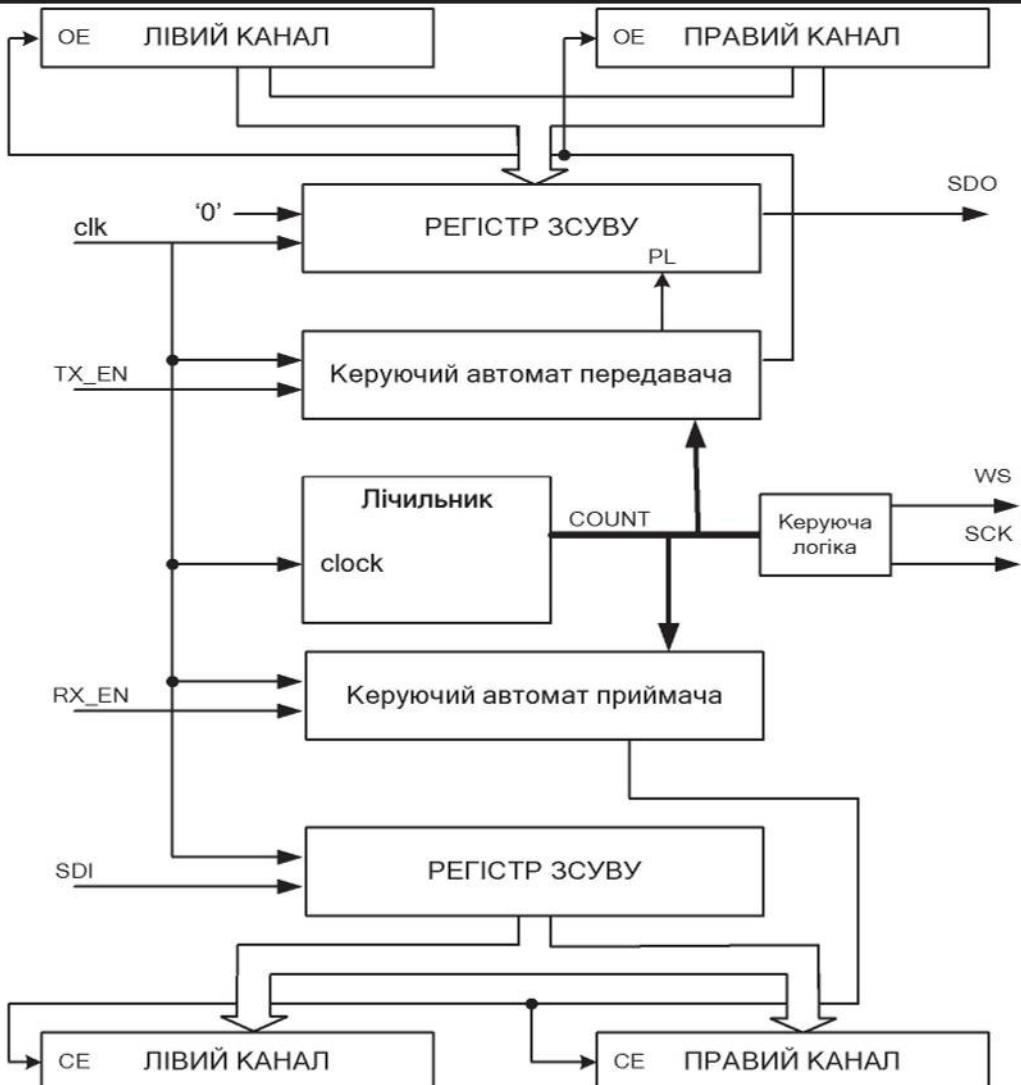


Рисунок 1 - Функціональна схема ядра контролера

Керуючий автомат формує сигнали готовності даних (сигнали дозволу роботи для вихідних буферів, призначених для збереження даних) для кожного із каналів.

Контролер може працювати як передавач і як приймач. Але ця властивість накладає обмеження на розрядність даних, тобто період сигналу вибору каналів має бути однаковим в обох випадках. Передавач і приймач контролера можуть бути або мастерами, або слейвами. Кожен із напрямів обміну даними має окремий вхід дозволу роботи: TxEn та RxEn. При надходженні сигналу, рівному лог. '0', вважається, що відповідна частина контролера заблокована. В цьому випадку передавач буде формувати на виході значення лог. '0', а приймач - ігнорувати вхідну послідовність.

Висновок. Розроблено функціональну схему ядра контролера та визначено набір функцій кожного із вузлів системи

Перелік використаних джерел

1. Корчинский А.П. Применение программируемых логических интегральных схем в электронной аппаратуре / А.П. Корчинский, Н.В. Бурцева // Електроніка та системи управління. – 2017. - №3. – С. 45-53.
 2. Пахолков Р. Современная система на кристалле – основа успешного продукта / Р. Пахолков, В. Мозолевский // Современная электроника. - 2016. - №6. – С. 92-105.

УДК 681.3

Кравець Р.Б.¹, Шкодич О.В.¹, Заставний О.М.

¹Тернопільський національний економічний університет

ОПТИМІЗАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ

Вступ. На сьогоднішній день важливим фактором в сфері подачі і транспортування теплової енергії є її автоматичне регулювання. Для цього необхідно проводити заходи по обстеженню та аналізу проблемних ділянок теплових мереж, розробляються спеціальні програми для стабільної роботи автоматики на автоматизованому вузлі.

Із застосуванням нових технологій обслуговування вузла обліку теплової енергії стає набагато простіше, без певної діяльності людини, тобто для економного та комфортного забезпечення теплом житлового будинку персоналу обслуговуючої організації не потрібно в ручну її регулювати. Все це виконує система автоматичного регулювання опаленням приватного будинку.

Метою роботи є дослідження та розробка автоматизованої системи опалення приватного будинку

1. Дослідження вимог до автоматизованої системи опалення

Автоматизація опалення - це комплект пристроїв, що містять автоматичні апарати регулювання температури і витрати на подачі в кожну будівлю відповідно до заданих параметрів, згідно з потребами жителів. Автоматизація будівель починається з контролю механічних та електронних систем будівлі.

Автоматика теплових пунктів складається, як правило, з регулюючого клапана, регулятора перепаду тиску, регулятора температури, датчиків температури, циркуляційного насоса, погодного регулятора і лічильника теплової енергії. Погодний регулятор управляє подачею теплової енергії в будівлю шляхом впливу на регулюючий клапан з урахуванням температури зовнішнього повітря, температури трубопроводу, що подає після підмішування і температури зворотного трубопроводу. Таким чином, реалізуються наступні функції:

- коригування температури теплоносія трубопроводу, що подає в залежності від температури зовнішнього повітря (температурний графік);
- коригування температури теплоносія зворотного трубопроводу в залежності від температури теплоносія в трубопроводі, що подає (температурний графік);
- обмеження подачі теплової енергії в залежності від режиму експлуатації будівлі (час доби, робітники і неробочі дні);
- підтримка заданої температури гарячого водопостачання;
- підтримки постійного гідралічного режиму системи опалення; захист від заморожування;
- прогрів приміщень перед початком робочого дня;
- облік теплової енергії і теплоносія.

Автоматизація опалення дозволяє контролювати температуру теплоносія в залежності від температури зовнішнього повітря, алгоритм може також враховувати індивідуальні переваги, наприклад, вологість, час дня, розклад вихідних і святкових днів. Використання контрольних пристройів для опалення дозволяє значно скоротити витрати на енергію і зменшити витрати.

Для високоякісної роботи системи автоматизації потрібно виконати цілий комплекс обчислювальних робіт при різноманітних параметрах роботи системи опалення. Тому кожен режим роботи характеризуються своєю індивідуальністю.

Ступінь автоматизації системи опалення залежить від будівлі, способу теплопостачання, від особливостей обладнання. Автоматизувати можна всю систему або її окремі елементи. Для забезпечення постійної температури в приміщенні, служать автоматичні радіаторні терморегулятори, які поміщаються перед опалювальними пристроями. При їх допомогою встановлюється певна температура в приміщенні і програмується графік зміни температури на певний період.

Терморегулятори складаються з регулюючого клапана, який змінює кількість теплоносія по команді термоелектричного приводу або терmostатичного елемента, чутливого до змін температури в приміщенні. Перевагою є і те, що вони дозволяють економити теплову енергію. Чутливий елемент терморегулятора може бути прямої дії (без використання додаткової енергії) або з електричним керуванням.

До переваг автоматизованої системи управління опаленням відносяться:

- 1) Економія енергії. Завдяки АСУ опалення істотно знижуються витрати на опалення (від 25 до 70% від діючих витрат, отже окупність становить 1 - 2 роки);
- 2). Правильно збалансована система опалення забезпечує правильну потужність нагріву у всіх приміщеннях, незалежно від навантаження.

Баланс = економія + комфорт.

- 3) Надійність, безпеку. Автоматика оснащена системою рівноваги і можливістю зберігати стабільність внутрішнього стану.
- 4) Зручність, нагляд і контроль.

Застосування автоматизації управління системи опалення в найбільшою мірою ефективно в наступних випадках:

- в будинках з системою елеваторного типу, безпосередньо які живляться від основних магістральних теплових мереж;
- в будівлях з кінцевими вузлами і недостатнім перепадом тиску в системі опалення з обов'язковим встановленням насосів ЦО.

Автоматизована система управління опаленням забезпечує зручний спосіб для оптимізації споживання енергії. Дані системи підходять для різних типів будівель і споруд. Використання АСУ опалення дозволяє заощадити до 25 - 70% теплової енергії і забезпечити комфортні умови проживання в кожному приміщенні.

2. Розробка структури автоматизованої системи опалення приватного будинку

Модуль автоматизованого керування опаленням – це автономний пристрій який призначений для контролю і регулюванню опалення в житловому приміщенні. Структурна схема контролера опалення представлена на рисунку 1.

Система автоматизованого керування опаленням будинку складається з таких основних елементів:

- сенсор температури в кімнаті;
- сенсор вологості;
- актуатор;
- LED;

- кнопка;
- МК
- роутер;
- мережа інтернет;
- пристрій для дистанційного керування.

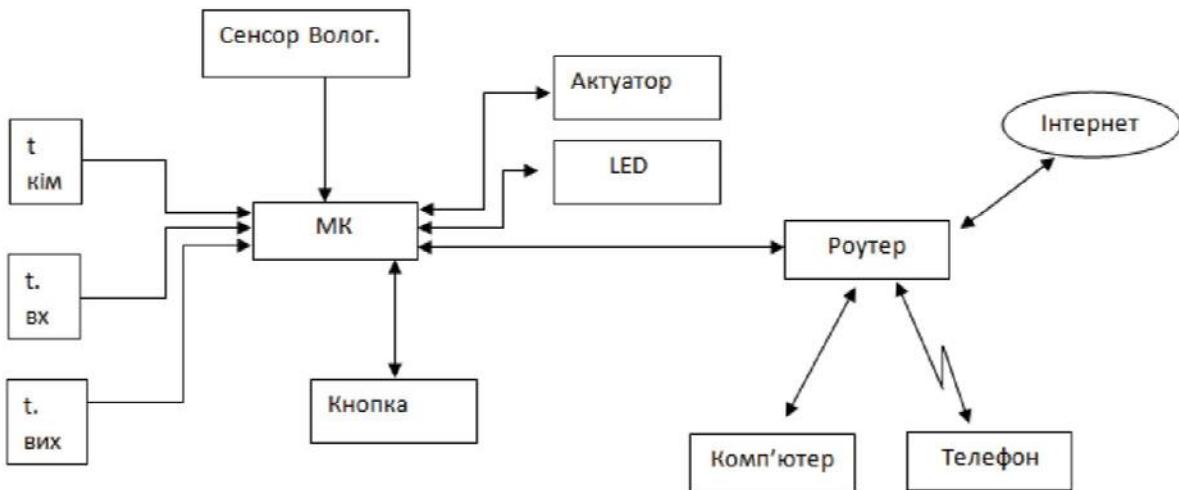


Рисунок 1 - Структурна схема контролера опалення

Сенсор температури в кімнаті- один з важливих показників стану речовини або середовища є температура. Саме тому, її вимірювання за допомогою сенсорів температури дозволяє контролювати той чи інший технологічний процес, відстежуючи зміни температурного режиму в різних системах.

При виборі пристрою для установки в системі, необхідно враховувати ряд факторів. У тому числі і те, в який робочої середовищі пристрій буде використовуватися і в якому температурному діапазоні вимірюваного середовища.

Сенсори температури можна розділити на дві великі групи на основі єдиної принципової відмінності:

- контактні сенсори температури;
- безконтактні сенсори температури.

Контактні сенсори температури фіксують зміну температури, безпосередньо контактуючи з речовиною/середовищем. Звичайний термометр - це найпростіший приклад контактного сенсора. Ще до цього типу датчиків температури можна віднести сенсора, які використовують різницю опору кремнію в напівпровіднику [6].

Безконтактні сенсори температури фіксують температурні зміни, сприймаючи випромінюється речовиною / середовищем теплову енергію. Цей тип датчиків не потребує безпосередньому kontaktі для отримання точних даних про стан системи.

Сенсор вологості - пристрій, яким вимірюють рівень вологості, називається гігрометр або просто сенсором вологості. У повсякденному житті вологість виступає важливим параметром, і часто тільки для самої звичайному житті, але і для різної техніки. Зокрема, від ступеня вологості повітря чимало залежить наше самопочуття.

Особливо чутливими до вологості є метеозалежні люди, а також люди, які страждають на гіпертонічну хворобу, бронхіальну астму, захворюваннями серцево-судинної системи. При високій сухості повітря навіть здорові люди відчувають

дискомфорт, сонливість, свербіж і роздратування шкірних покривів.

Часто сухе повітря може спровокувати захворювання дихальної системи, починаючи з ГРЗ і ГРВІ, і закінчуючи навіть пневмонією.

Актуатор - це електронний радіаторний терморегулятор призначений для бездротового (Wi-fi) використання в житлових приміщеннях. Його роботою керує центральна панель якої можна управляти через інтернет за допомогою вашого телефону або комп'ютера.

Встановлюється на подачі гарячої води в радіатор опалення і при досягненні заданої температури в приміщенні, вона автоматично стискає проток гарячої води в радіатор опалення. Відповідно, чим менше проток гарячої води в радіаторі, тим менше води потрібно гріти котла.

Кнопка – елемент інтерфейсу, натискання на який призводить до якоїсь дії. Кнопка має два стани — «натиснуто» і «відпущено», також може бути зафікований стан (зберігається поточний стан після завершення натискання).

МК - це комп'ютер, який призначений для вирішення певних завдань з виконання програмних кодів, зберігання інформації, обслуговування користувачів і баз даних. Сервер забезпечує максимальну захищеність і безпеку виконуваних завдань, а також їх збереження. Використовується сервер для зберігання файлів і веб-сайтів користувачів Інтернету (хостинг), відповіді на запити та видачі інформації, яка запитується, обробки і виконання скриптів на веб-сайтах, роботи з базою даних і великою кількістю користувачів.

Роутер - пристрій, що знаходиться на кордоні різних мереж і дозволяє передавати мережеві пакети з однієї мережі в іншу. Він же маршрутизатор. Роутер, як правило, підключається до провідного інтернету і створює «звичайний роутер», або за допомогою бездротової технології Wi-Fi (Wi-Fi-роутер).

Висновки. В результаті зробленого аналізу існуючих на сьогоднішньому ринку систем управління опаленням були виділені їхні переваги і недоліки. Також, для вивчення технології була розглянута система керування опаленням промислової сфери.

На основі отриманих даних було складено опис прототипу системи автономного керування. Опис включає в себе перерахування технічних вимог до системи і її функціональних можливостей. Отриманого опису досить для подальшої роботи з прототипом.

Перелік використаних джерел.

1. В Ельпрін, О.М Пупнєва: Автоматизація виробничих процесів/ В Ельпрін, О.М Пупнєва. – Київ: «Ліра-К», 2015. – 148 с. – (2).
2. Гаврилюк М. О. Давачі систем автоматики: Навч. посіб. для студ. баз. напрямку «Комп'ютериз. системи, автоматика і упр.» / М. О. Гаврилюк. – Львів: Нац. ун-т «Львів. політехніка», 2010. – 180 с.
3. Борисов С. А. Автоматизированные системы отопления частного дома // Красная линия. – 2008.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ВДОСКОНАЛЕННЯ ОХОРОННО-ПОЖЕЖНИХ СИГНАЛІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Вступ. Головною умовою для успішної ліквідації пожежі є швидке повідомлення пожежно-рятувальної служби про виникнення загоряння. Для виклику пожежної команди на кожному об'єкті має бути телефонний або радіозв'язок. Для швидкого повідомлення про пожежу облаштовують електричну пожежну сигналізацію, яка виявляє зайнання на початковій стадії, що забезпечує успішну боротьбу з вогнем.

Мета: Дослідження автоматизованих систем керування протипожежною сигналізацією та проектування мікропроцесорного пристроя керування сповіщенням про пожежу.

1. Аналіз побудови систем керування протипожежною сигналізацією

Система охоронно-пожежної сигналізації (рисунок 1) є складним комплексом технічних засобів, для своєчасного виявлення спалаху і несанкціонованого проникнення в охоронну зону [1]. Як правило, охоронно-пожежна сигналізація інтегрується в комплекс, який об'єднує системи безпеки і інженерні системи будівлі, забезпечуючи достовірною адресною інформацією системи оповіщення, пожежогасіння, димовидалення, контролю доступу та ін.



Рисунок 1 – Схема автоматизованої системи охоронно-пожежної сигналізації

До автоматичних систем пожежної сигналізації належать: теплові, димові, світлові й комбіновані сповіщувачі. Теплові автоматичні сповіщувачі реагують на підвищення температури навколошнього середовища. Димові сповіщувачі реагують на появу диму. Комбіновані сповіщувачі здатні одночасно реагувати на підвищення температури у навколошньому середовищі і появу диму. Світлові сповіщувачі мають фотоелемент, що реагує на ультрафіолетову або інфрачервону частину спектра полум'я. Ефективність і надійність пожежних сповіщувачів залежить від оптимального добору їх типу, установки та умов експлуатації [2].

Пожежна сигналізація - це складний комплекс технічних засобів, які служать для своєчасного виявлення спалаху в зоні, що охороняється. Як правило, робота охоронної

сигналізації ефективніша, якщо використовувати її в комплексі з останніми системами безпеки приміщення (охоронна сигналізація, відеоспостереження, система контролю і управління доступом, установка пожежогасінні і т.д.). Інтеграція охоронної сигналізації і системи пожежної сигналізації в одній контрольній панелі називається охоронно-пожежна сигналізація [3].

Система пожежної сигналізації – сукупність технічних засобів, призначених для виявлення пожежі, оброблення, передачі в заданому вигляді повідомлення про пожежу, спеціальної інформації та (або) видачі команд на включення автоматичних установок пожежогасіння та включення виконавчих установок систем протидимного захисту, технологічного та інженерного обладнання, а також інших пристройів протипожежного захисту [4].

Установки і системи пожежної сигналізації, оповіщення та управління евакуацією людей при пожежі повинні забезпечувати автоматичне виявлення пожежі за час, необхідний для включення систем оповіщення про пожежу в цілях організації безпечної (з урахуванням допустимого пожежного ризику) евакуації людей в умовах конкретного об'єкта. Швидке виявлення та сигналізація про виникнення пожежі, своєчасний виклик пожежних підрозділів та оповіщення про пожежу людей, що перебувають у зоні можливої небезпеки, дозволяє швидко локалізувати осередки пожежі, здійснити евакуацію та вжити необхідних заходів щодо гасіння пожежі.

Найбільш швидким та надійним засобом виявлення ознак займання та сигналізації про пожежу є автоматична установка пожежної сигналізації (АУПС), яка повинна працювати цілодобово. В залежності від схеми з'єднання розрізняють променеві (радіальні) та кільцеві АУПС, як наведено на рисунку 2, де позначено: 1 - сповіщувачі; 2 - приймально-контрольний прилад; 3 - блок живлення від електромережі; 4 - блок аварійного живлення; 5 - система перемикання живлення; 6 - з'єднувальні проводи [2].

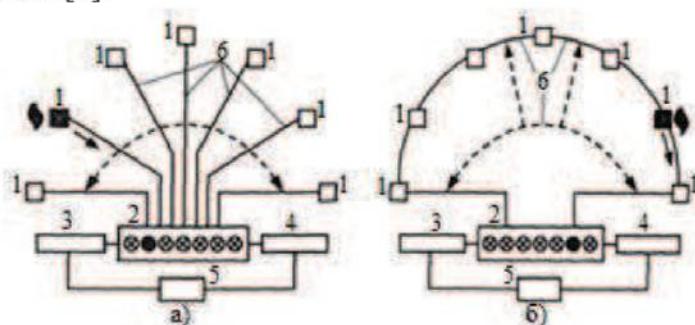


Рисунок 2 - Схеми променевого (а) та кільцевого (б) з'єднання в АУПС

Принцип роботи АУПС наступний: при спрацюванні хоча б одного із сповіщувачів на контрольний прилад надходить сигнал "Пожежа". Неадресовані пожежні сповіщувачі включають тільки в мережі радіального типу; при цьому місце займання визначається номером шлейфа (променя), який видав сигнал "Пожежа". Адресовані пожежні сповіщувачі включають в мережі як радіального, так і кільцевого типу; адреса займання визначається місцем установки оповіщувача, який видав сигнал "Пожежа", за його адресним номером [1].

Системи оповіщення про пожежу повинні забезпечувати у відповідності з розробленими планами евакуації передачу сигналів оповіщення одночасно по всій будівлі, а при необхідності - послідовно або вибірково в окремі його частини.

Приміщення, з якого здійснюється керування системою пожежного оповіщення, належить розміщувати на нижніх поверхах будівель, біля входу на сходові клітки [4].

2. Аналіз централізованого управління в автоматизованих системах

Спроектований мікропроцесорний пристрій керування пожежною сигналізацією структурна схема якого зображена на рисунку 3.

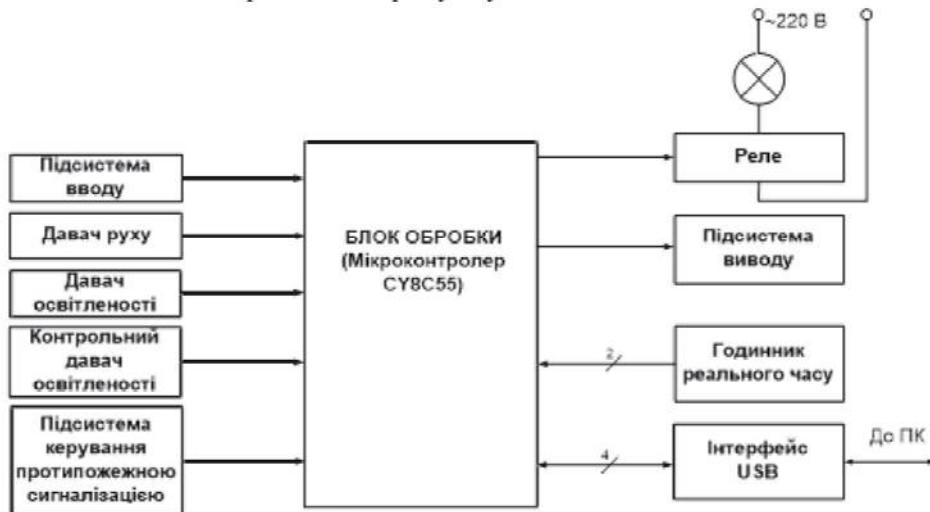


Рисунок 2 - Структурна схема мікропроцесорний пристрою керування пожежною сигналізацією

Пристрій складається з мікроконтролера фірми Cypress CY8C55 до якого під'єднані наступні пристрой:

- 2 провідні датчики диму. Так як сигнал від детекторів диму аналоговий, тому вони під'єднуються до мікроконтролера через АЦП1 і АЦП2, які є вбудованими у мікроконтролері;
- давач руху IS 180-2. Давач цифровий і під'єднується до цифрового порта вводу / виводу;
- резистивна сенсорна панель CY8C24794. Під'єднується до цифрового порта вводу/виводу;
- напівпровідникове реле на основі оптосемістора MOC3063. Під'єднується до цифрового порта в/в;
- рідкокристалічний (РК) дисплей HD44780U фірми Hitachi. Також під'єднаний до цифрового порта вводу/виводу;
- годинник реального часу FM3130 фірми RAMTRON. Під'єднується за допомогою модуля I2C;

Також, в перспективі, передбачено з'єднання пристрою з глобальною системою, наприклад інтеграції в охоронно-пожежну систему, за допомогою інтерфейсу RS-232 (СОМ-порта). Під'єднується за допомогою модуля UART.

На рисунку 4 наведена функціональна схема запропонованого мікропроцесорного пристрою керування пожежною сигналізацією.

Пристрій працює наступним чином. При ввімкненні приладу відбувається ініціалізація. Освітлення вимкнуто. Опитується годинник реального часу чи наступив час активності. У випадку позитивної відповіді перевіряється стан основного давача освітленості, коли освітленість більше порогу ввімкнення відслідковується стан давача руху.

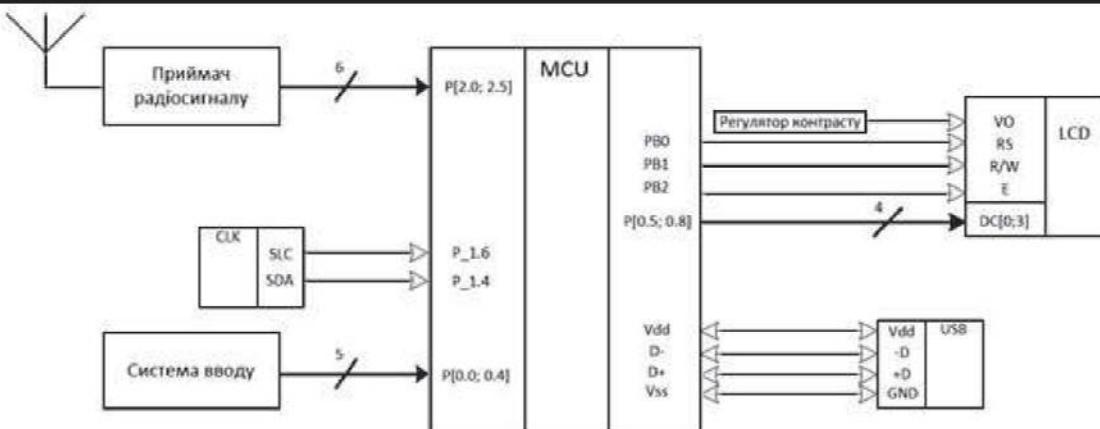


Рисунок 3. - Функціональна схема пристрою керування

Після позитивної відповіді вмикається світло. Світло ввімкнеться тільки після виконання всіх 4-ьох умов. У випадку хоча б однієї відмови світло не вмикається і система перевіряє все доти, поки не будуть всі позитивні відповіді. Після увімкнення освітлення контрольний давач освітленості перевіряє справність навантаження (лампочки). У разі не ввімкненні контрольного давача формується код помилки і передається на сервер. Після цього система перебуває в режимі очікування на заміну лампочки і натискання кнопки RESET, яка запускає систему з самого початку.

У випадку підтвердження увімкнення освітленості контрольним давачем, пристрій переходить у 2-ий режим роботи – перевірку умов на вимкнення освітлення.

Знову опитується годинник реального часу на час активності. Якщо час активності не актуальний, тоді світло вимикається. У випадку позитивної відповіді провіряється поріг вимкнення освітлення. Якщо освітленість більше порогу вимкнення освітлення вимикається. В протилежному випадку знову перевіряється давач руху, якщо в зоні дії знаходиться людина – світло не вимикається, а система знов перевіряє умови вимкнення освітлення. Коли прилад вимкнув освітлення опитування починається з самого початку.

Висновок. Проведено дослідження і аналіз сучасного ринку систем протипожежних сигналізацій, проаналізовано структуру та принцип роботи систем керування протипожежною сигналізацією, що дозволило спроектувати мікропроцесорний пристрій керування з наступними технічними характеристиками: напруга живлення пристрою +5 В; керування за допомогою настінної панелі або ПК; системний інтерфейс USB; світлове та звукове попередження при виникненні пожежі; підтримка підеднання до 10 датчиків диму. Розроблено структурну та функціональну схему мікропроцесорного пристрою для автоматизованого керування пожежною сигналізацією.

Перелік використаних джерел

1. В.М. Локазюк. Мікропроцесори та мікроEOM у виробничих системах. Видавн.центр “Академік”, Київ 2002.-234с..
2. І.Т.Стрепко, О.В.Тимченко, Б.В.Дурняк. Проектування систем керування на однокристальніх мікро-EOM. “Фенікс”, Київ, 1998.-285с.
3. В.Г. Сінілі Системи охоронної, пожежної та охоронно - пожежної сигналізації.- М.: ІРПО: Освітньо - видавничий центр «Академія», 2003.- 352с
4. М.М. Кулешов, Ю.В. Уваров, О.Л. Олійник, В.П. Пустомельник, О.І. Єгорнов. Пожежна безпека будівель та споруд. Навч. посібник. –Харків, 2004. - 271с.

**РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
УПРАВЛІННЯ ЦИФРОВИМИ ПОТОКАМИ**

Вступ. Надійність програмного забезпечення (ПЗ) – властивість програми виконувати задані функції в заданих умовах роботи. Надійність є показником якості, який характеризує властивість ПЗ виявляти в процесі експлуатації помилки, що залишилися в ньому, за певної сукупності вихідних даних. Для оцінювання надійності найбільше відповідають імовірнісні (статистичні) показники. Зокрема, ймовірність безвідмовної роботи, ймовірність відмови та інтенсивність відмов.

Безвідмовність ПЗ з точки зору надійності принципово відрізняється від безвідмовності апаратних засобів обчислювальної техніки. Програми з часом не «зношуються». Характеристики функціонування ПЗ залежать тільки від його якості, що зумовлена процесом розроблення. Не існує поняття виходу з ладу програми. Безвідмовність ПЗ визначає його правильність (коректність) і цілком залежить від наявності помилок у ньому, допущених на етапі проектування [1, 2].

Програмне забезпечення характеризується випадковим характером помилок, які виникають внаслідок випадкових комбінацій вихідних даних і дозволяє стверджувати про системні відмови, що викликані помилками програмного забезпечення, як про випадкові події. Це дозволяє використати для їх аналізу ті ж методи, що і для аналізу апаратних відмов. Тим не менше, відмови, викликані помилками програмного забезпечення, мають достатньо суттєві відмінні риси, що обумовило створення спеціальних методів аналізу надійності програмного забезпечення.

Мета: Проаналізувати надійність програмного забезпечення, використовуючи експериментально-аналітичні методи прогнозування надійності програмного забезпечення за результатами випробувань, що базуються на припущеннях.

1. Основи надійності програмного забезпечення

Джерелом помилок програмного забезпечення є логічні помилки в проекті чи його недосконалість, неправильне кодування.

Повна перевірка програми на наявність в ній помилок можлива лише після об'єднання її частин. Крім того, якщо в програмі використовуються блоки, які були складені раніше, то це значно ускладнює вдосконалення даної програми. Можливі також ситуації, коли безпомилково працююча програма на інших вихідних даних дає неприйнятні по точності і часу обрахунку результати. Крім вище перерахованих є ще ряд причин, що призводять до появи помилок у програмі.

По складності програми можна поділити на декілька типів. Довжина стандартних програм для обчислення елементарних функцій не перевищує сотні команд. Найбільш складними є програми керування в реальному масштабі часу, що реалізуються на мультипроцесорних обчислювальних машинах і містять сотні тисяч команд. Повна перевірка таких програм в процесі відлагодження неможлива. Функціонування програм перевіряється лише в процесі застосування. Помилки програм виявляються при дії тестових вхідних сигналів.

Щоб застосувати до оцінки надійності програм математичний апарат,

розглядають відмови програми – події, що містяться в переході до неправильної роботи програми. Після появи відмови програмісти досліджують програму з метою пошуку помилки і вдосконалення програми.

2. Розрахунок надійності програмного забезпечення

Для прогнозування надійності програмного забезпечення використовуються дані про кількість помилок, що були виправлені в процесі компанування програм в систему програмного забезпечення і відлагодження програм. За цими даними обчислюються параметри моделі надійності, яка може бути використана для прогнозування показника надійності в процесі використання програмного забезпечення [1, 2].

Модель заснована на наступних припущеннях:

- в початковий момент компанування програм в систему програмного забезпечення в них міститься E_0 помилок; в процесі коректування нові помилки не вносяться,
- загальне число машинних команд I в програмах постійне,
- інтенсивність відмов програми λ пропорційна числу помилок, що залишилися в ній після відлагодження на протязі часу τ , тобто:

$$\lambda = C\varepsilon(\tau) = [E_0 / I - \varepsilon_C(\tau)]C \quad (1),$$

де $\varepsilon_C(\tau)$ – відношення числа помилок, що усунені впродовж часу ід лагодження τ , до загального числа команд на машинній мові.

Таким чином, в моделі розрізняють два значення часу: час ід лагодження τ і час роботи програми t – сумарне напрацювання програми. Час ід лагодження містить затрати на контрольні перевірки, виявлення помилок за допомогою тестів та інше. Час справного функціонування при цьому не враховується.

Таким чином, значення інтенсивності відмов λ вважається постійним впродовж всього часу функціонування $(0, t)$.

В силу прийнятих припущень для фіксованого τ ймовірність виникнення помилок програми впродовж часу напрацювання $(0, t)$ визначається наступним співвідношенням:

$$p(t, \tau) = \exp(-\lambda t). \quad (2)$$

Для практичного використання формул необхідно оцінити C і E_0 по експериментальним даним. Застосовуючи метод моментів і розглядаючи два періоди відлагодження програми $\tau_1 < \tau_2$, отримаємо наступні співвідношення:

$$E_0^* = \frac{I[\gamma\varepsilon_C(\tau_1) - \varepsilon_C(\tau_2)]}{\gamma - 1}, \quad (3)$$

$$\gamma = \frac{T_1 n_2}{T_2 n_1}, \quad (4)$$

$$C^* = \frac{n_1}{T_1 [E_0^* / I - \varepsilon_C(\tau_1)]}, \quad (5)$$

де n_1 і n_2 – кількість помилок в програмному забезпеченні, виявлених відповідно в періодах τ_1 і τ_2 ;

T_1 і T_2 – тривалості роботи системи, що відповідають τ_1 і τ_2 .

Застосуємо вищенаведені міркування для розрахунку показників надійності

програми.

Розмір виконавчого файлу розробленої програми складає $M=744511$ байт. Умовно можна прийняти, що в середньому одна асемблер-команда займає три байти. Відкидаємо 15% одержаного об'єму – стільки, звичайно, в програмі займають різного роду вихідні дані. Отже, число машинних команд в програмі: $I = (M/3)*85\%$.

Одержано:

$$I = (744511/3)*85\% = 210945.$$

Для оцінки надійності програми на протязі $\tau=78$ год було обрано два періоди тестування, на яких:

$$T_1=30 \text{ год}, T_2=48 \text{ год}, n_1=4, n_2=3.$$

Опишемо знайдені помилки. При тривалості роботи системи $T_1=30$ год. було знайдено і виправлено такі 4-ри помилки:

– при з'єднанні з базою даних програма видає помилку. Потрібно прописати шлях до бази даних в провайдері ADOConnection;

– для спрощення вигляду процедури "ProcessOut" краще використати окремі функції (замість процедур – особливість програми Delphi) "Html2Value" та "GetReport", до речі виправлення даної помилки скорочує розмір самої програми приблизно на 5000 байт;

– нові листи з запитами не попадають в директорію [inbox], потрібно забезпечити перезапуск NMPOP3-сервера, для цього в процедурі "ProcessIn" потрібно прописати:

if NMPOP3.Connected then NMPOP3.Disconnect;

NMPOP3.Connect;

– якщо при виконанні функції формування звіту даний звіт не матиме даних, то програма видасть помилку. Для усунення цього потрібно задати умову – якщо звіт порожній, то надіслати лист з відповідним текстом.

При тривалості роботи системи $T_2 = 48$ год. було знайдено і виправлено ще 3-ри такі помилки:

– у разі виникнення помилки при відсыланні листа виконання програми зупиняється. Для усунення даного явища в програмі прописаний перехід до обробки наступного листа, а помилка записується в log-файл;

– якщо при виборі організації не підключена база даних, то програма видає помилку. Потрібно прописати автоматичне з'єднання провайдера ADOConnection при виборі організації;

– для прискорення та зручності підключення бази даних потрібно в ADOConnection поставити фільтр на файли бази даних.

$$\text{Тому } \varepsilon_C(\tau_1) = 4/210945 = 0,000019, \varepsilon_C(\tau_2) = 3/210945 = 0,000014.$$

Врахувавши отримані значення і згідно (3) та (4) знайдемо:

$$\gamma = \frac{30 \cdot 3}{48 \cdot 4} = 0,78,$$

$$E_0^* = \frac{210945 \cdot [0,78 \cdot 0,000019 - 0,000014]}{0,78 - 1} = 9,15$$

Звідси згідно (5) знаходимо коефіцієнт C^* :

$$C^* = \frac{4}{30 \cdot [9,15 / 210945 - 0,000019]} = 5556$$

За період тестування в програмі усунено $n=n_1+n_2$ помилок, тому $n=4+3=7$;
 $\varepsilon_C(\tau) = 7 / 210945 = 0,000033$

Згідно (1) інтенсивність відмов програми:

$$\lambda = 5556 \cdot (9,15 / 210945 - 0,000033) = 0,0577$$

Ймовірність виникнення помилок програми впродовж часу напрацювання $(0, t)$ згідно (2):

$$p(t, 78) = \exp(-0,0577 \cdot t).$$

Ймовірність відсутності помилок в програмі:

$$Q(t) = 1 - P(t) = 1 - \exp(-0,0577 \cdot t)$$

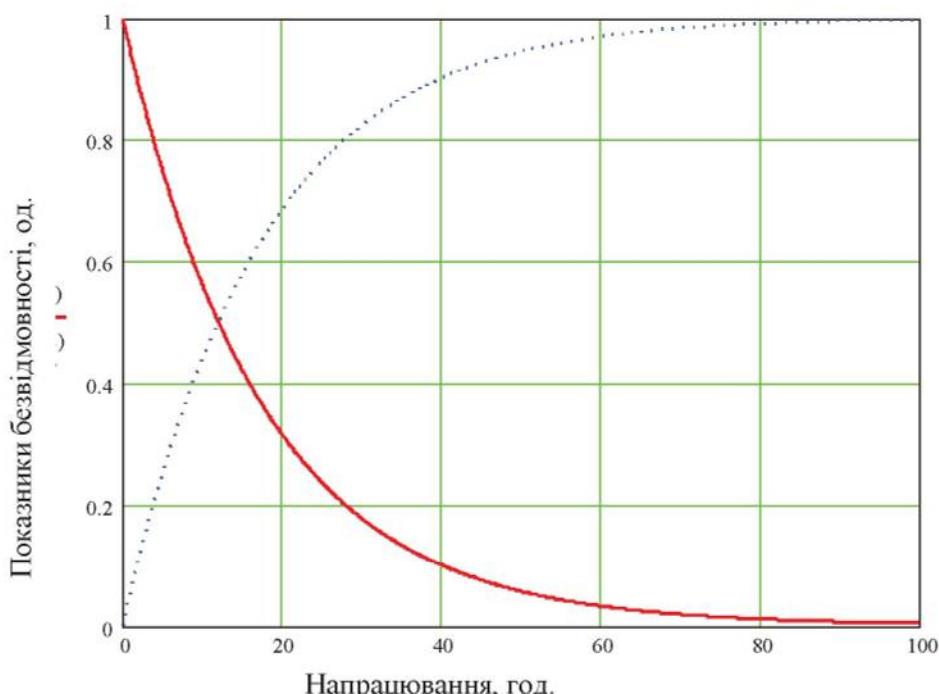


Рисунок 1 – Ймовірність виникнення та ймовірність відсутності помилок програми впродовж часу напрацювання $(0, t)$

Висновок. В результаті проведених розрахунків за допомогою експериментально-аналітичних методів прогнозування надійності програмного забезпечення було визначено такі імовірнісні (статистичні) показники, як ймовірність безвідмовної роботи, ймовірність відмови та інтенсивність відмов.

Перелік використаних джерел

1. Ю.Добров Є.Є., Сав'юк Л.О., Матвієнко Р.М. Теорія автоматичного управління: Лабораторний практикум. 4.1. Моделювання, аналіз і синтез лінійних САУ в середовищах MATLAB і VisSim. - Івано-Франківськ: Факел, 2005.-112 с

2. Н.Сав'юк Л.О., Матвієнко Р.М. Теорія автоматичного управління: Лабораторний практикум. 4.2. Моделювання, аналіз і синтез нелінійних САУ в середовищі MATLAB. - Івано-Франківськ: Факел, 2006. - 49 с.

**СПЕЦІАЛІЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ І КЕРУВАННЯ КУРСОВОЮ
СТАЙКІСТЮ АВТОМОБІЛЯ**

Вступ. Керування рухом автомобіля на звивистій дорозі з ухилами й підйомами, наприклад на гірському серпантині, є винятково важкою й небезпечною роботою для середньостатистичного водія. Завдання керування ще більше ускладнюється при зміні погодних умов, при дощі, снігопаді й особливо на зледенілому шосе. Рух по гірських дорогах у таких випадках забороняється. Однак і на висококласних рівнинних автомагістралях бувають досить круті повороти й ожеледь, що при практично необмеженій швидкості руху часто приводить до дорожньо-транспортних випадків.

Тому задача розробки спеціалізованих систем, які забезпечують або підвищують безпеку руху автомобілів на дорогах є актуальною задачею, що може бути здійснена із застосуванням сучасної мікропроцесорної техніки.

Мета: Проектування спеціалізованої системи для контролю і керування курсовою стайкістю автомобіля.

1. Дослідження функцій системи динамічної стабілізації автомобіля

Система динамічної стабілізації автомобіля ESP, що розшифровується як Electronic Stability Programme, в залежності від виробника можуть називатися різними абревіатурами: VDC, ESC, VSC, DSC, DSTC або ATTS. Завдання такої системи полягає в тому, щоб контролювати поперечну динаміку автомобіля й допомагати водієві в критичних ситуаціях, запобігати зриву у замет і бічне ковзання, тобто зберігати курсову стайкість, траекторію руху й стабілізувати положення автомобіля в процесі виконання маневрів, особливо на високій швидкості й/або на поганому покритті. Частіше цю систему ще називають «протизаносною» або «системою підтримки курсової стайкості» [1].

Сучасна VDC взаємозалежна з антипробуксовочною системою (ABS) й блоком керування двигуном (БКД). По суті це єдина система, що працює комплексно й забезпечує цілий комплекс допоміжних контраварійних заходів. Структурно система складається з електронного блока - контролера, що постійно обробляє сигнали, що надходять із численних датчиків: швидкості обертання коліс; датчика положення кермового колеса; датчика тиску в гальмовій системі. Але основна інформація надходить із двох спеціальних: датчика кутової швидкості щодо вертикальної осі й датчика поперечного прискорення (іноді цей пристрій називають G-сенсор). Саме вони фіксують виникнення бічного ковзання на вертикальній осі, визначають його величину й дають подальші «розпорядження» [2].

Отже, обробляючи сигнали з датчиків, контролер постійно порівнює фактичне поводження автомобіля з тим, що закладено в його програмі. У випадку якщо поводження автомобіля відрізняється від розрахункового, контролер розуміє це як виникнення небезпечної ситуації й прагне відправити її. Далі на гальмові механізми коліс тієї або іншої осі або борта, залежно від ситуації, через гідромодулятор АБС передається сигнал на пригальмовування. Одночасно або до цього на блок керування двигуном надходить команда на скорочення подачі палива й зменшення, відповідно,

що крутячого моменту на колесах.

Схема розміщення компонентів VDC і суміжних систем представлена на рисунку 1. де позначено: 1 - гідромодулятор VDC, 2 - клапан-обмежувач тиску, 3 - модуль керування двигуном (ECM), 4 - головний гальмівний циліндр (ГТЦ), 5 - діагностичний рознімач, 6 - контрольна лампа ABS, 7 - контрольна лампа VDC, 8 - сигнальний індикатор активації VDC, 9 - сигнальний індикатор відключення VDC, 10 — датчик кута повороту кермового колеса, 11 – рознімач, 12 - колісні датчики ABS, 13 - ротори колісних датчиків, 14 - колісні циліндри, 15 - датчик поперечних перевантажень (G) і інтенсивності уведення. 16 – TCM, 17 - модуль керування VDC, 18 - датчик тиску, 19 - вимикач деактивації VDC [3].

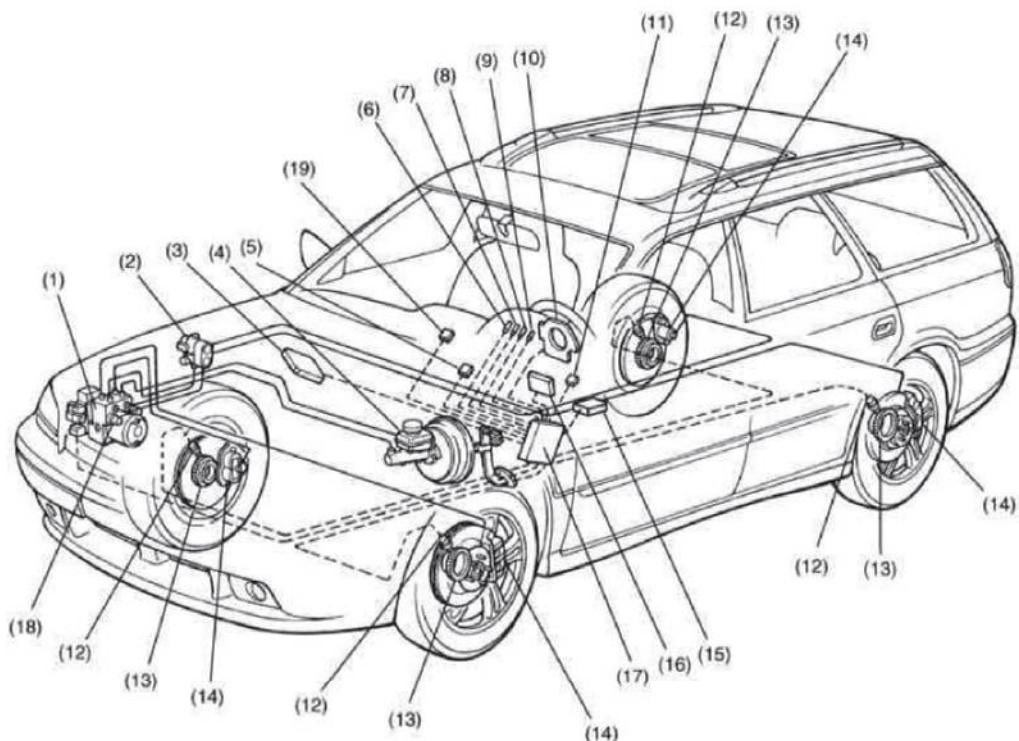


Рисунок 1 – Схема розміщення компонентів VDC і суміжних систем

Система працює у всіх режимах руху, наприклад при розгоні, гальмуванні, русі накатом і т.д. А алгоритм спрацьовування системи залежить від кожної конкретної ситуації й типу привода автомобіля. Наприклад, у повороті датчик кутового прискорення фіксує початок заносу задньої осі. У цьому випадку на блок керування двигуном подається команда на зменшення подачі палива, система, як кажуть, "придушує" двигун. Далі, якщо цього виявилося недостатньо, за допомогою АБС пригальмовується зовнішнє переднє колесо. І так далі, відповідно до програми. Крім того, в автомобілях, обладнаних автоматичною коробкою передач, переключення передач із електронним керуванням, VDC здатна навіть коректувати роботу трансмісії, тобто перемикатися на більш низьку передачу або на "зимовий" режим, якщо він передбачений.

Система VDC являє собою систему зі зворотним зв'язком, що дозволяє зберегти курсову стійкість при русі транспортного засобу в різних режимах (повне або часткове гальмування, рух накатом, розгін, гальмування двигуном, зміна навантажень, виконання екстремальних маневрів, та ін.) VDC об'єднана з ABS і антипробуксовочною

системою/системою контролю тяги (TCS), логічно розвиваючи надавані ними переваги [2].

2. Проектування електронного блоку підсистеми керування курсовою стійкістю автомобіля

Система контролю та керування курсовою стійкістю руху автомобіля здійснює впливи (функція керування) на виконавчі вузли ходової частини під впливом групи параметрів, які вона контролює під час руху (функція контролю) і визначає їх відповідність або відхилення заданим нормативним значенням (функція вимірювання).

Контрольно – вимірювальна керуюча система, до яких належить і підсистема керування курсовою стійкістю автомобіля, має структуру, що наведена на рисунку 2.

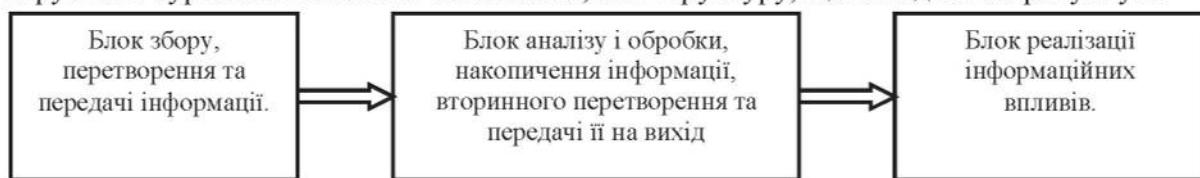


Рисунок 2 – Блок – схема інформаційно – вимірювальної системи

Спеціалізована система контролю та керування курсовою стійкістю руху автомобіля реалізує дві основні задачі:

- поглинання надмірної реакції («вмпередження») автомобіля на поворот керма. У момент початку занесення задньої частини автомобіля в результаті надлишкової реакції на поворот руля модуль керування VDC активує колісні циліндри гальмівних механізмів обох зовнішніх коліс, що приводить до виникнення сили, яка протидіє моменту, що заносить задню частину автомобіля.
- поглинання недостатньої реакції («спізнення») автомобіля на поворот руля. Якщо при вході автомобіля в поворот перед починає вести (зносити) у курсовому напрямку, модуль керування VDC активує гальмові механізми обох внутрішніх коліс, створюючи силу реакції, що компенсує пов'язаний зі заносом переду момент, що веде передню частину автомобіля.

На підставі даних, що надходять від відповідних інформаційних датчиків, модуль здійснює керування функціонуванням гідромодулятора VDC, а також робить активацію окремих пристрійв ABS і системи контролю тяги (TCS).

Обмін даними модуля керування VDC з TCM автоматичної трансмісії й датчиком повороту керма здійснюється по шині CAN. У випадку виявлення порушень спрвності функціонування VDC модуль керування забезпечує відключення системи й активування відповідної контрольної лампи на панелі приладів автомобіля. Коди виявлених відмов зберігаються в пам'яті процесора. Гідромодулятор по команді модуля керування забезпечує активацію насосної зборки й перемикання електромагнітних клапанів, що контролюють подачу гальмівної рідини до колісних циліндрів.

Блок підсистеми керування курсовою стійкістю руху автомобіля є центром запуску функцій керування роботою ходової частини автомобіля. У той же час він тісно пов'язаний з іншими підсистемами електронного блоку керування (ЕБК), наприклад, з тормозною і антитормозною підсистемами, з підсистемою антиблокування колес та ін. В ньому реалізуються алгоритми визначення параметрів сигналів, отриманих від давачів, керування і регулювання. Вхідні сигнали, що передаються давачами та іншими системами, використовуються як вхідні величини для

електронного блоку керування. В свою чергу він оцінює сигнали зовнішніх давачів і обмежує їх допустимими рівнями напруги. Корисні сигнали фільтруються від накладених перешкод і, у разі потреби, посилюються до рівня напруги в діапазоні 0...5 В. Підготовка сигналу залежно від пристрою давача відбувається у спеціалізованому мікро контролері, але може відбуватися частково або навіть повністю в ньому самому.

Блок –схема спеціалізованої системи керування курсовою стійкістю автомобіля наведена на рисунку3.



Рисунок 3 – Функціональна схема спеціалізованої системи

Через необхідну високу точність і динаміку руху необхідна висока швидкість обчислень, фактично у реальному часі. Вихідними сигналами керують кінцеві каскади, які мають достатню потужність для виконавчих механізмів.

До функції діагностики кінцевих каскадів для електромагнітних клапанів також входить виявлення нештатних змін сигналів. Додатково через інтерфейси відбувається обмін сигналами з іншими системами транспортного засобу.

Висновок. Проведені дослідження функцій системи динамічної стабілізації автомобіля. Спроектовано спеціалізовану систему контролю та керування курсовою стійкістю руху транспортного засобу. Розроблене ядро системи обробки контролюючої та керуючої інформації, а також інтерфейсні вузли, що постачають ядро інформацією.

Перелік використаних джерел

1. Мигаль В.Д. Технічна кібернетика транспорту Навчальний посібник. / В.Д. Мигаль — Харків: ВД Інжек, 2007. — 327 с..
2. Онищук В.П. Інтелектуальні телематичні транспортні системи / В.П. Онищук, Р.М. Кузнецов, І.С. Козачук // Сучасні технології в машинобудуванні та транс- порті. – 2016. – №2(6) – С. 110–114.
3. Мигаль В.Д. Техническая безопасность автомобилей Справочное пособие. / В.Д. Мигаль / Харьков: Майдан, 2011. — 202 с.

Савіцький Т.Д.¹, Любасюк П.В.², Головацький П.С.¹¹*Тернопільський національний економічний університет*²*Збаразька загальноосвітня школа №1, м. Збараж***АЛГОРИТМ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ПЛАТФОРМАМИ**

Вступ. Транспортні платформи маневрових пристройів транспортується вздовж колій за допомогою візків захоплення, які приводяться в рух привідними станціями на основі двигунів-редукторів з спеціальним механізмом переміщення [1].

На основі проведеного аналізу можна сказати, що задача управління транспортними платформами зводиться до керування привідними двигунами змінного струму в часі, тобто їх включенням і виключенням у потрібний момент часу, внаслідок чого відбувається переміщення транспортної платформи.

Мета: Побудувати ефективний алгоритм візуалізації процесу управління транспортними платформами.

1. Розробка алгоритму візуалізації процесу управління транспортними платформами

Для здійснення візуалізації процесу управління транспортними платформами, використовуючи можливості програмного середовища системи WinCC [2], створюється новий проект WinCC, після чого в діалоговому вікні вибирається тип проекту, який створюється: або Single-User (однокористувацький), або Multi-User (багатокористувацький).

Після вибору типу проекту у відповідному діалоговому вікні задається його назва, а також назва і шлях до папки, де будуть розміщуватися основні файли створюваного проекту. Після створення нового проекту з'являється графічне вікно WinCC з іменем проекту і шляхом локального розміщення файлів.

Для виконання процесу візуалізації управління транспортними платформами використовується графічний дизайнер Graphics Designer за допомогою відповідної команди пункту головного меню чи безпосередньо запустивши його із графічного вікна навігації.

Процес візуалізації можна виконувати послідовно, вибираючи необхідні графічні компоненти із глобальної стандартної бібліотеки WinCC, де знаходиться вже готові і розсортовані по своєму типу і призначенню компоненти. Графічний дизайнер WinCC надає можливість також ручного створення необхідних компонентів з використанням панелей інструментів. Візуалізація процесу управління транспортними платформами виконується з використанням графічного дизайнера на основі існуючих бібліотечних графічних об'єктів, а також поєднуючи при цьому відповідні засоби палітри об'єктів.

Після завантаження графічного дизайнера WinCC можна здійснювати процес візуалізації з допомогою наявних засобів палітри об'єктів. Оскільки в графічному дизайнери системи візуалізації WinCC доступною являється бібліотека стандартних графічних об'єктів, то це значною мірою прискорює процес виконання візуалізації.

Графічні об'єкти в основному призначені для створення системних кадрів. Вигляд об'єкта в режимі Run-Time може змінюватися, якщо об'єкт зробити динамічним, задавши його атрибути із змінними процесами. Graphics Designer

передбачає також використання так званих інтелектуальних об'єктів - Smart Objects. Так, наприклад, об'єкт OLE дозволяє вбудовувати будь-які елементи управління OCX або ActiveX.

Динаміка в зображені графічного об'єкта здійснюється шляхом безпосередньої прив'язки змінних процесу до властивостей об'єкта. Для оптимізації цієї частини проектування WinCC надає можливість перетягувати змінні з панелі символів методом буксирування (Drag and Drop) на властивості об'єктів і таким чином зв'язувати їх з властивостями.

Візуалізований процес управління транспортними платформами маневрових пристрій із позначенням основних структурних компонентів системи управління, зокрема, давачів положення транспортної платформи, привідних станцій на основі двигунів-редукторів зображений на рисунку 1.

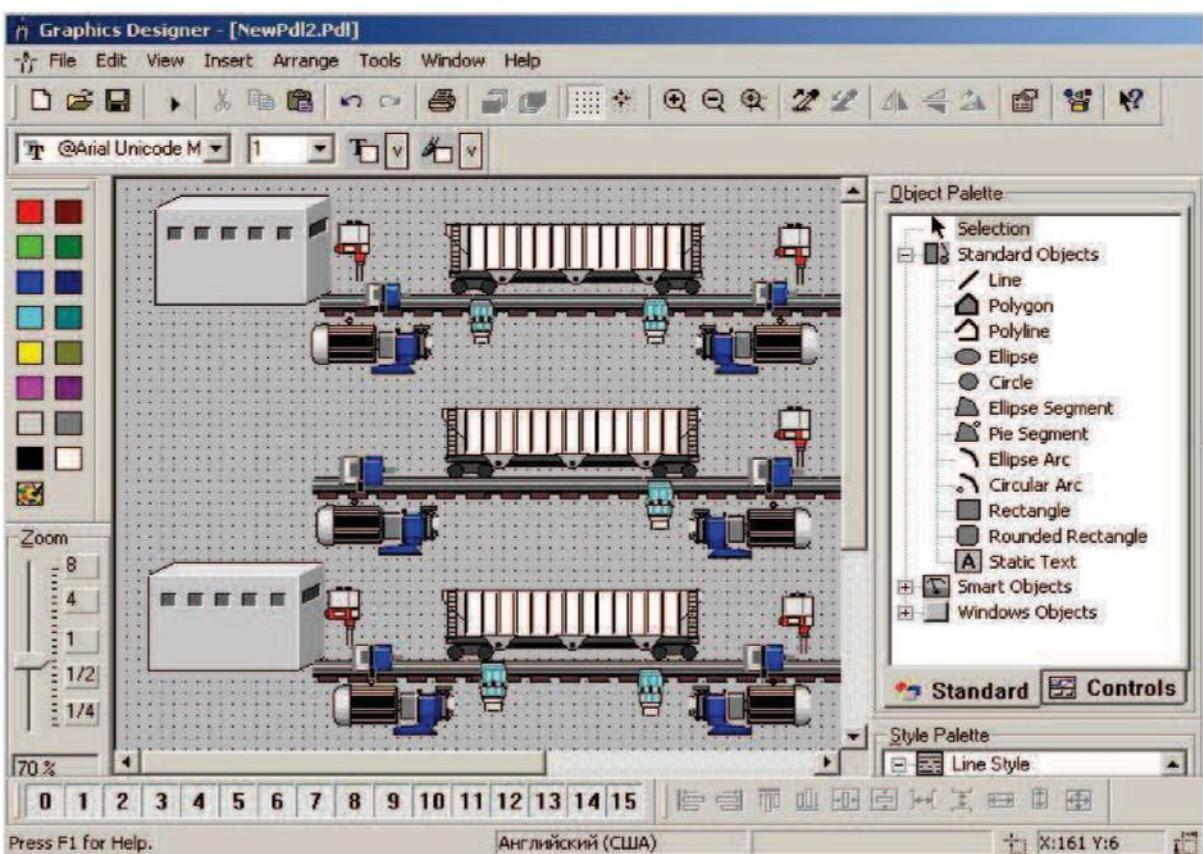


Рисунок 1 – Візуалізація процесу функціонування транспортних платформ маневрових пристрій з використанням засобів системи WinCC

Висновок. Розроблено ефективний алгоритм візуалізації процесу управління транспортними платформами

Перелік використаних джерел

1. Шумилов Ю.А. Асинхронные двигатели с улучшенными виброакустическими показателями / Ю.А. Шумилов, В.К. Чебанюк. – М.: Энергия, 2011. – 329 с.
2. Авдосов Н. Simatic WinCC, версия 5. Оптимальная визуализация процессов / Н.Авдосов, В.Жуков. – М.: Радио и связь, 2016. – 297 с.

Кулініч М.О.¹, Кирильчук Р.О.¹, Албанський І.Б.¹

¹Тернопільський національний економічний університет

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ДОСТУПОМ В ГРОМАДСЬКИХ ТА ЖИЛОВИХ ПРИМІЩЕННЯХ

Вступ. Сучасні мережеві системи контролю доступу (СКД) по своїх можливостях можуть забезпечити необхідний рівень охорони на великих об'єктах, що містять тисячі точок доступу і десятки тисяч користувачів. Крім цього, системи служать основою для побудови інтегрованих систем безпеки, які об'єднують охоронну та пожежну сигналізацію, засоби телевізійного контролю.

Системою контролю та управління доступом (СКУД) і системою контролю доступу (СКД) називається сукупність програмно-технічних засобів і організаційно-методичних заходів, за допомогою яких вирішується завдання контролю і управління відвідуванням окремих приміщень, а також оперативний контроль переміщення персоналу і часу його перебування на території об'єкта.

Мета. Основною метою є дослідження методів та технічних засобів віддаленого управління об'єктами управління та шляхів підвищення його безпеки.

1. Аналіз систем контролю та управління доступом

Інтегрування СКУД дозволяє забезпечити безпеку і контроль об'єктів без залучення великої кількості працівників охорони і стабільну роботу автоматизованих систем в режимі 24/7 (наприклад, банкоматів, які встановлені в окремих приміщеннях відділень).

Засоби контролю доступу класифікують [1]:

- керовані перегороджуючі пристрої (в складі перегороджують конструкцій і виконавчих пристріїв СКД);
- пристрой введення ідентифікаційних ознак (в складі читувачів і ідентифікаторів);
- пристрой управління (у складі апаратних і програмних засобів контролю доступу).

За ступенем складності побудови системи, їх можна розділити на наступні види:

- автономна СКУД;
- мережева СКУД.

Автономні СКУД призначені для управління одним або декількома загороджувальними пристроями без передачі інформації на центральний пульт і без контролю з боку оператора[2, 3].

Зазвичай це найпростіші СКУД що складаються з автономного контролера, читувача і замикаючого пристрою, для відкриття останнього зсередини приміщення, зазвичай використовується або кнопка, або сенсор-комутатор руху. Якщо система повинна керувати доступом не в одне-два приміщення, а в кілька десятків, то вона будується за мережевим принципом.

Мережеві СКУД призначені для забезпечення контролю і управління доступом на великих об'єктах (банки, установи, підприємства і т. п.) для управління декількома пунктами проходу (прохідні, офісні приміщення). Взаємодіє з пропускними конструкціями, обмін інформацією здійснює з центральним пультом. Оператор може

оперативно управляти системними пристроями – дистанційно заблокувати замки або їх відкрити (наприклад, у разі пожежі).

Мережева СКУД являє собою сукупність об'єднаних автономних систем. В ній всі контролери управління мають спеціальні контакти для підключення зовнішнього інтерфейсу і об'єднані в одну локальну мережу.

Інтегрована СКУД, може бути частиною загальної системи охоронної і пожежної безпеки, яка об'єднує в собі комплекс технічних та програмних засобів із забезпечення безпеки підприємства та його життєдіяльність.

2. Структурна складова системи контролю та управління доступом

Залежно від сфери застосування в систему можуть входити різні компоненти обладнання.

Система в загальному випадку складається з наступних елементів, які можна розділити на категорії [3]:

1. Технічні засоби:

- Стационарне обладнання, таке як сервер, станція оператора і т. д.
- Керуючий пристрій – контролер. Один з найголовніших пристройів системи. Безпосередньо саме цей пристрій приймає рішення про пропуск або заборону доступу на об'єкт, що охороняється, шляхом безпосереднього управління запираючими пристроями. В енергонезалежній пам'яті зберігає базу ідентифікаторів доступу, права доступу, події надання або відмови в доступі.
 - Замикаючі пристрої. До них відносяться турнікети, дверні замки, засувки, шлюзові кабіни, шлагбауми, суцільні двері.
 - Зчитувальний пристрій, призначений для зчитування даних з ідентифікаторів доступу і відправляють їх на контролер.
 - Ідентифікатори доступу, це магнітні, штрих-кодові карти, радіобрилки, біометричні дані людини (малюнок сітківка ока, геометрія долоні, відбиток пальця), проксіміті карти і т. д.
 - Блоки живлення, забезпечують живлення елементам системи.
 - Пристрої сповіщення про тривожні ситуації, такі як в злом дверей, несанкціонований прохід і т.д.

2. Програмне забезпечення:

- адміністрування системи, можливість віддаленого управління доступом;
- моніторинг в реальному часі;
- облік робочого часу.

Основою будь-якої системи є блоки концентраторів з підключеніми зчитувачами ідентифікаційних ключів, охоронними сенсорами і електромеханічними запірними пристроями (замки, шлагбауми, турнікети) (рисунок 1).

Контролер - це основна частина системи управління доступом. Саме контролер приймає рішення, пропустити чи ні людини в ті чи інші двері. Контролери виконавчих пристройів СКУД - складні електронні прилади, які можуть бути реалізовані у вигляді окремих блоків або вбудовані в корпус відповідного виконавчого пристрою. Контролер зберігає у своїй пам'яті коди ідентифікаторів зі списком прав доступу кожного.



Рисунок 1 – Основні елементи СКУД

Структурна схема включення контролера представлена на рисунку 2. Контролери об'єднуються в мережу з використанням інтерфейсу RS-485 і працюють під управлінням комп'ютера. Спеціалізоване ПЗ, дозволяє програмувати контролери, управляти їх роботою, завантажувати події, реєструвати користувачів в системі, виробляти віддалене управління відкриттям дверей і турнікета. Кожен контролер працює автономно, приймаючи рішення про наданні доступу по картці / ключу незалежно від того, підключений він до ПК чи ні. Контролери з'єднуються між собою послідовно один за друг. Номер контролера в мережі виставляється спеціалізованим ПЗ. Спочатку всі контролери мають мережеву адресу 1. При установці необхідно призначити нові мережеві адреси контролерам. Максимум в мережі може бути 255 контролерів такого типу [4].

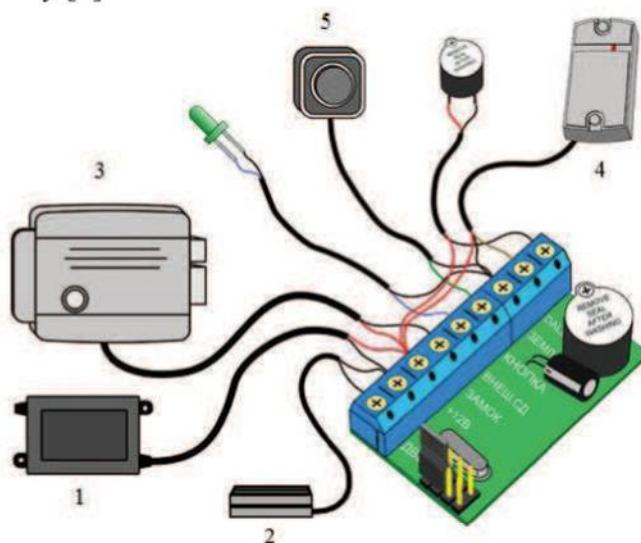


Рисунок 2 – Схема підключення контролера до основних елементів системи

В структурі рисунка 2 під номером 1 вказано типове джерело живлення ІБПС–12–1, із входом 220В і виходом 12В, в герметичному виконанні, 2 зображеній зчитувач

Matrix II, З вказано електромагнітний замок YM-180. Підключення контролера Z-5R net можливо також і до електромеханічних замків. Під номером 4 показаний сенсор відкриття дверей, контролер не включить замок, поки доводчик закривання дверей не притисне її до косяка. Номером 5 позначена вихідна кнопка, що встановлюється всередині приміщення.

3. Методи та принципи роботи СКУД

СКУД володіють великою кількістю недоліків і критичних вразливостей, що загрожують безпеки підприємства, яке вона призначена охороняти. Під порушенням безпеки мається на увазі як несанкціоноване проникнення на територію об'єкта, що охороняється, так і несанкціонований доступ до корпоративної мережі об'єкта, що, в свою чергу, призводить до витоку персональної інформації, комерційної таємниці, розкрадання матеріальних цінностей, диверсіям на території об'єкта, а також безпосередньо до загрози життю і здоров'ю людей. Тому для досягнення максимального рівня захисту системи необхідно звернути пильну увагу на кожну потенційну вразливість.

Вразливість (об'єкта) – це ступінь невідповідності вжитих заходів щодо захисту об'єкта прогнозованим загрозам або заданим вимогам безпеки[6].

Вразливості можна розділити на наступні групи [4]:

- фізичні вразливості апаратури;
- вразливості мережі СКУД;
- поведінкові вразливості.

Рішення задачі виявлення загроз поділяється на кілька етапів. На першому етапі збирають і оптимізують дані: збір даних системою КУД, їх фільтрація і агрегування. На етапі збору даних СКУД реєструє всі події, що надходять від контролерів системи, і інциденти від сенсорів контролю. Отримані набори даних не піддаються аналізу без попередньої їх обробки, тому вони надходять на етап фільтрації, де зайді і некоректні дані відсіваються.

Таким чином, поставлено завдання виявлення загроз, яка буде вирішуватися методами машинного навчання (МН). Процес МН вимагає достатньої кількості даних, що відповідають як нормальному режиму роботи системи, так і аномальних ситуацій. Тому МН здійснюється на змодельованих наборах даних за участю експерта.

Існує кілька основних алгоритмів для побудови і навчання моделей класифікаторів, застосовних для вирішення завдання виявлення загроз [5]. Найбільш широкого розповсюдження знайшли методи:

- метод k–найближчих сусідів(nearest neighbour);
- метод опорних векторів (Support vector machines, SVM);
- метод, що базується на динамічних байесовських мережах;
- метод, що базується на основі нейронних мереж.

Розглянувши основні методи вирішення поставленого завдання, прийнято рішення реалізувати механізм виявлення загрози застосовуючи метод випадкових лісів [6]. Математична модель являє собою ансамбль бінарних дерев рішень, побудованих на навчальній бутстреп вибірці по усіченому набору параметрів. Алгоритм роботи математичної моделі представлений на рисунку 4.

На третьому етапі тестування отриманої на другому етапі моделі (перевірка придатності моделі).

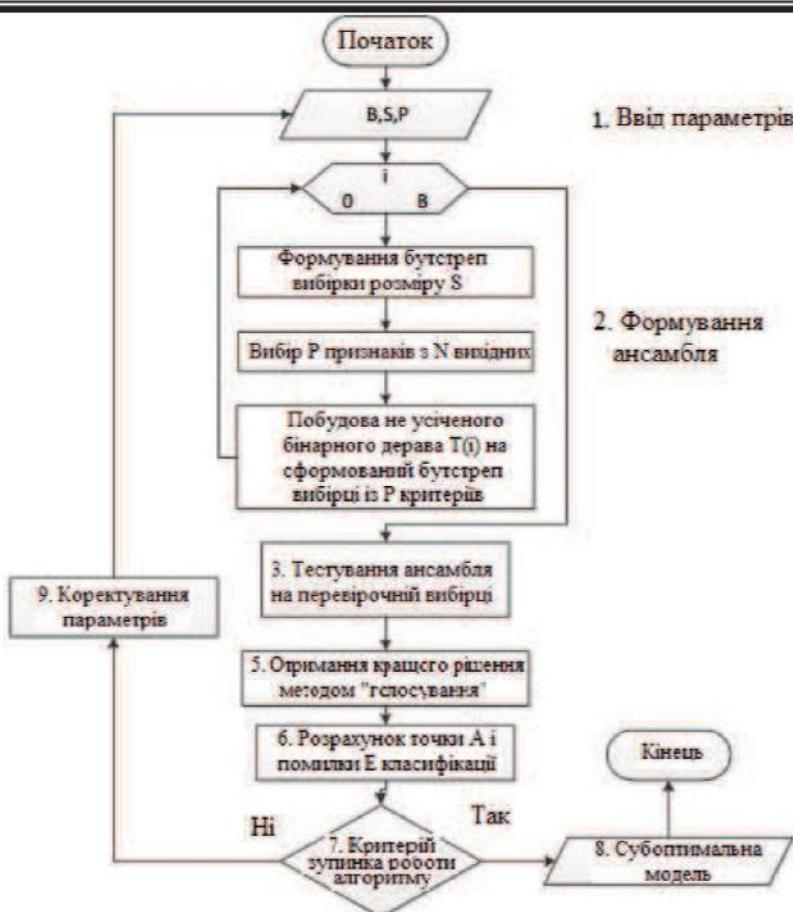


Рисунок 4 - Алгоритм роботи математичної моделі запропонованого методу

Висновок. В статті проаналізовано складові системи контролю та управління доступом, а також типи побудови СКУД. Запропоновано фізичну модель реалізації системи. Дано визначення загроз безпеці. Розглянуто задачу виявлення загроз в системі. Розглянуто основні методи застосувані для вирішення поставленого завдання. Описано метод випадкових лісів, який планується застосувати для вирішення поставленої завдання.

Перелік використаних джерел.

1. Ворона В. А. Система контроля и управления доступов / В. А. Ворона, В. А. Тихонов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2010. – 272с.
2. Рыжова В. А. Проектирование и исследование комплексных систем безопасности //СПб: НИУ ИТМО. – 2012.
3. Юрьев Н. Н. Система контроля и управления доступом / Н. Н. Юрьев, Т. А. Васяева, С. Д. Бельков, Н. С. Суббота // Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование. – 2017. – № 7. – С. 601–604.
4. Волхонский В.В. Основные положения концепции обеспечения безопасности объектов // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. – 2011. – № 3(73). – С. 116–121.
5. Носков А.Н., Чечулин А.А., Тарасова Д.А. Исследование эвристических подходов к обнаружению атак на телекоммуникационные сети на базе методов интеллектуального анализа данных // Труды СПИИРАН. 2014. Вып. 37. С. 208–224.
6. Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование (ИУСМКМ – 2018) / Материалы IX международной научно-технической конференции – Донецк: ДонНТУ, 2018г. – с. 126–129.

Касяничук М.М.¹, Вітенко О.В.¹, Юрчишин І.О.², Волошин К.В.¹¹Тернопільський національний економічний університет²Чортківська загальноосвітня школа I-III ступенів №6, м. Чортків**СТРУКТУРНА СХЕМА СИСТЕМИ ЗБОРУ ТА ПОПЕРЕДНЬОГО
ОПРАЦЮВАННЯ ГЕОФІЗИЧНИХ ДАНИХ**

Вступ. При проведенні розробок і досліджень в багатьох галузях науки і техніки, зокрема і в геофізиці, використовуються різні методи і техніки опрацювання сигналів [1], застосування яких дозволяє покращити технічні і експлуатаційні характеристики відповідних систем. Впровадження методів і засобів обробки сигналів залежить від ефективності засобів збору та обробки даних [2].

Причому, в останні роки головний акцент спрямований як на проектування топології систем, так і на проектування модулів збору та попереднього опрацювання геофізичних сигналів. Прогрес конструктивно-технологічної та елементної бази цифрової апаратури забезпечив покращення параметрів саме даних модулів, що дало можливість здійснювати попереднє опрацювання і зменшити навантаження на параметри каналів передачі даних і на обчислювальну потужність засобів вищого ієрархічного рівня.

Тому в модулях необхідно забезпечити кращу точність представлення вхідних даних, більші об'єми даних, що обробляються, більшу кількість каналів і вищу швидкодію обробки. Відповідно до цього, необхідне використання великих та надвеликих інтегральних схем, таких як мікроконтролери, мікропроцесори, ПЛІС, запам'ятовуючі пристрой великого об'єму, які можуть працювати у важких умовах експлуатації.

Мета: Метою даної роботи є розробка схеми системи збору та первинного опрацювання геофізичної інформації на рівні апаратних структурних рішень.

1. Розробка структурної схеми

Структурна схема системи збору та первинного опрацювання геофізичної інформації наведена на рисунку 1. Вона розроблена на основі типів і характеристик вхідних/виходних сигналів, режимів роботи системи та алгоритмів опрацювання. До складу системи входять: процесор (сервер) керування та візуалізації, а також апаратні і програмні засоби пунктів збору і попереднього опрацювання інформації, які засобами CAN-інтерфейсу об'єднані в мережу. Для погодження інтерфейсів між цими елементами використовується адаптер типу „CAN-USB”. До складу кожного з пунктів входять: модуль системи збору та первинного опрацювання геофізичної інформації, пристрій реєстрації, групи давачів і пристрій реєстрації сигналів. Давачі згруповані за типами (параметрами) сигналів, які формуються на їх виходах: двополярні сигнали, диференційні сигнали, псевдодиференційні сигнали, сигнали UART-порту, паралельний інтерфейс, послідовний інтерфейс (наприклад, Centronics). Для під'єднання до процесора керування та візуалізації використовується послідовний інтерфейс типу CAN (CAN1), а для під'єднання віддалених давачів і пристрійв реєстрації використовується інтерфейс CAN2. В даному випадку віддалені „Давач і пристрій реєстрації” повинен підтримувати обмін по інтерфейсу CAN.

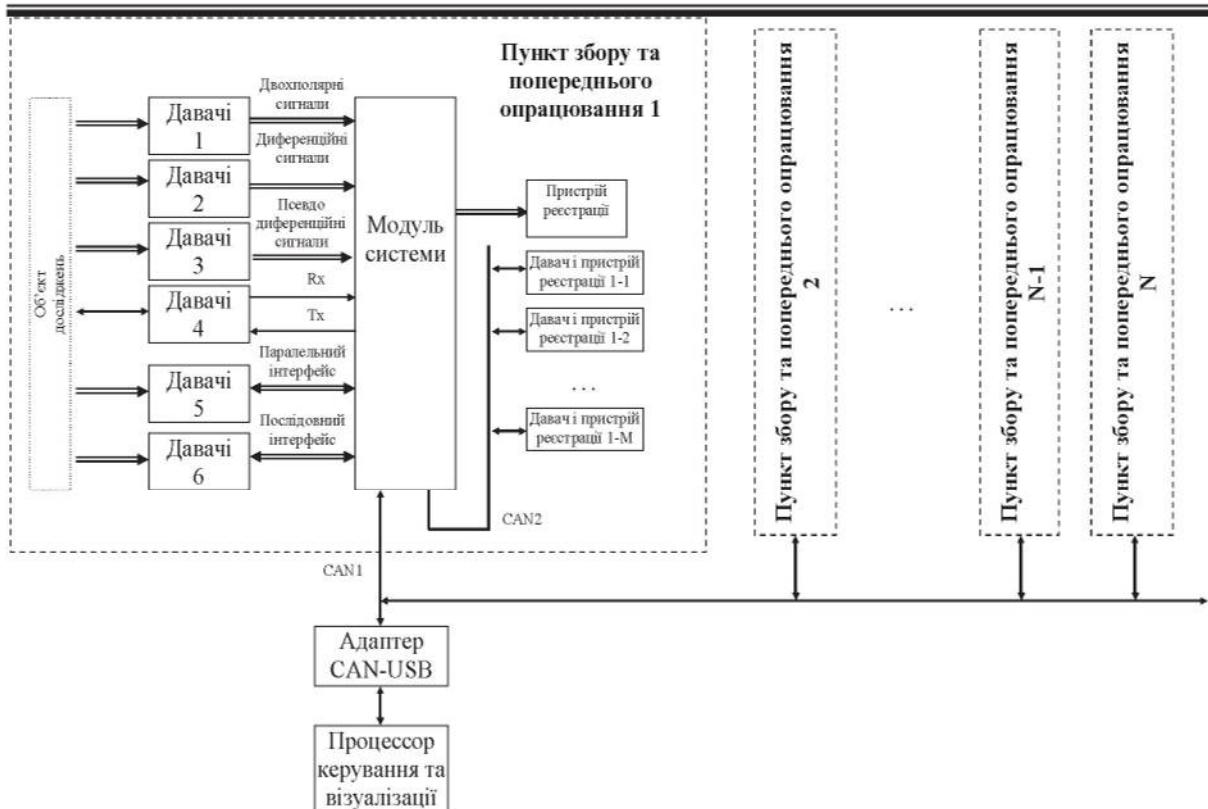


Рисунок 1 – Структурна схема системи збору та первинного опрацювання геофізичної інформації

Способи організації фізичного середовища передачі даних повинні задовольняти набори обов'язкових вимог, продуктованих способами арбітражу і синхронізації, прийнятими для CAN-інтерфейсу. Фізичне середовище передачі даних повинні мати можливість знаходитися в двох станах - рецесивному (логічна "1") і домінантному (логічний "0"). CAN-шина знаходитьться в рецесивному стані, якщо жоден вузол не передає домінантний біт, і CAN-шина знаходитьться в домінантному стані, якщо хоча б один вузол установив домінантний біт. Іншими словами, на шині не повинно відбуватися конфлікту, якщо одночасно кілька пристрій виставили різні логічні рівні. На шині в цьому випадку повинен встановитися домінантний стан.

Із структурної схеми системи видно, що кількість модулів, які входять у склад системи, не обмежується її фізичними можливостями, а визначається з необхідною кількості точок збору інформації на геодезичних пунктах. Враховуючи можливість використання різновидів геофізичних реєстраторів, модуль як кінцевий пристрій спряження повинен задовольняти ряд необхідних цифрових і аналогових інтерфейсів.

Висновок. Розроблена структурна схема та вимоги до властивостей пристрою дозволяють спростити побудову функціональної схеми виробу.

Перелік використаних джерел

1. Веселов В.В. Принципы автоматизированной системы управления моделирования гидрогеологических процессов / В.В. Веселов, Л.Ф. Спивак // Вестник АН Казахстана. - 2015. - №3. - С. 140-149.
2. Коровин В.М. Прибор компенсационного нейтронного каротажа з улучшенными метрологическими характеристиками / В.М. Коровин, В.Я. Иванов // Геофизика. – 2016. - №4. - С.49-57.

ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ АГРОФІРМИ

Вступ. В наш час більшість систем автоматизації дозволяє отримувати ті чи інші аналітичні звіти. Найчастіше головними проблемами при зборі аналітичних даних є рутинна робота по обробці документів і підрахунку, як операцій, так і будь-яких числових показників. Крім цього, спостерігається такий момент, як втрата даних, невчасна обробка даних, людський фактор. Залежно від складності проблеми, втрачається одна з найголовніших властивостей інформації, безпосередньо орієнтована на якісне управління і економічну ефективність, - актуальність інформації.

Впровадження передових практик управління в агрономічну діяльність передбачає необхідність в розробці спеціалізованих програмних продуктів та підходів в рамках системи введення обліку та розрахунку затрат. Прискорений розвиток даного напрямку дозволить істотно підвищити ефективність діяльності агрофірми. Таким чином, автоматизація агропідприємства є необхідним і перспективним, а головне, дуже своєчасним процесом.

Метою роботи є розробка програмного модуля для автоматизації діяльності агрофірми.

1 Аналіз об'єкта автоматизації

Агрофірма «СитнеАгро» – це підприємство, яке займається вирощуванням зернових культур. Зараз агропідприємство спеціалізується виключно на рослинництві. Площа всіх земель агрофірми близько 35 га.

В агрофірмі є техніка для орання, культивації, посіву, внесення мінобрив, збору урожаю та його перевезення. Взимку техніка готовиться до сезону, лагодиться, замінюються всі розхідники. Перед сезоном проводиться закупівля мінеральних добрив.

Після закінчення сезону ведуться переговори по збути сировини та обговорюється план посівів на наступний рік. Проводиться підготовка складу до наступного сезону. Для збору урожаю директор наймає сезонних робітників, які допомагають вчасно все зібрати.

Організаційна структура агрофірми «СитнеАгро» подана на рисунку 1.



Рисунок 1 – Організаційна структура агрофірми «СитнеАгро»

До неї входять:

- директор агрофірми;
- склад;
- персонал;
- відділ збути сировини;
- технічний відділ.

Директор агрофірми забезпечує та організовує злагоджену роботу всіх структур агрофірми, на пряму працює з покупцями та вирішує всі фінансові проблеми.

Склад, в свою чергу, забезпечує зберігання сировини, посівних матеріалів, мінеральних добрив тощо. Завідувач складом відповідає за все, що належить на складі.

Персонал відповідає за функціонування всіх робіт, сюди входить: агроном, який слідкує за своєчасне виконання всіх робіт, сезонні працівники, які наймаються в період збору урожаю .

Відділ збути сировини відповідає за реалізацію зібраного урожаю.

В технічний відділ входять механік та тракторист. Механік відповідає за технічну справність всіх транспортних засобів на підприємстві. Тракторист виконує поставлену перед ним роботу агрономом та допомагає механікові в технічному обслуговуванні наявних транспортних засобів.

2 Структура та алгоритмічне забезпечення програмного модуля

Схема алгоритму програмного модуля представлена на рисунку 2.

Спочатку відбувається авторизація користувача за такими критеріями, як від електронної пошти та пароля. Якщо авторизація пройшла успішно, то виводиться меню, в якому є шість пунктів:

- транспорт;
- поля;
- працівники;
- склади;
- обробка ділянок;
- прибутки та витрати.

При виборі позиції меню «Транспорт», спочатку перевіряється, чи дозволений доступ до даної позиції. Якщо користувач не має права доступу, то повертається на сторінку головного меню. Якщо доступ дозволений, то можна переглянути інформацію про всю техніку, яка є на агропідприємстві, та відряджувати її або додати нову інформацію про технічне забезпечення. Після завершення цього можна повернутися в головне меню та вибрати іншу його позицію.

При виборі позиції меню «Поля» спочатку перевіряється, чи користувач має право доступу до інформації про земельні угіддя агропідприємства. Якщо доступ дозволений, то можна переглянути інформацію про всі ділянки та редагувати її або додавати нову. Після завершення операцій відбувається перехід в головне меню.

Якщо користувач вибирає пункт меню «Працівники», то перевіряється чи дозволений йому доступ до даної позиції. Якщо доступ заборонений, то відбувається повернення на сторінку головного меню. В іншому випадку, користувач може переглядати інформацію про всіх працівників агрофірми та, відповідно, при необхідності редагувати її чи вносити дані про нових працівників. Після завершення

зазначених дій відбувається повернення в головне меню.

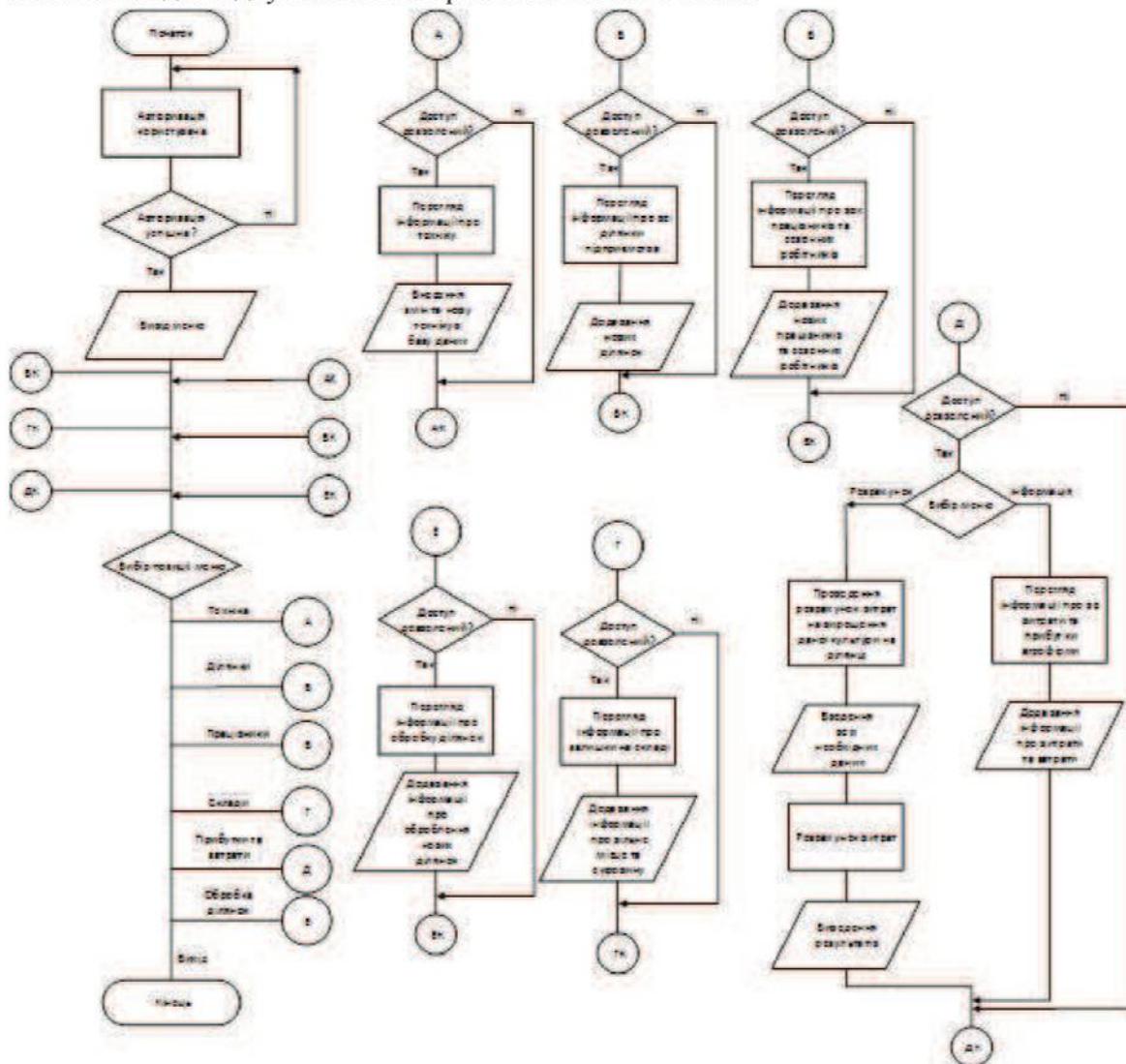


Рисунок 2 - Схема алгоритму програмного модуля

У програмному модулі передбачено можливість опрацювання інформації про матеріали, добрива та зерно на складах. Для цього в головному меню потрібно вибрати пункт «Склади». Після перевірки права доступу до цієї частини інформації, надається доступ до:

- складу матеріалів;
- складу зерна;
- складу мінеральних добрив.

Аналогічно, як і в попередніх позиціях меню, можна переглядати, редагувати та додавати нову інформацію по трьох складах. Після завершення всіх операцій здійснюється повернення в головне меню.

Якщо користувач вибрал позицію меню «Обробка поля», спочатку перевіряється чи доступ йому дозволений. Якщо ні, то він має можливість повернутись в головне меню та вибрати інший пункт або завершити роботу з модулем. Якщо доступ дозволено, то можна переглянути інформацію про обробку поля, віредагувати її чи додати інформацію про оброблення нових ділянок. Після завершення цих операцій можна повернутись в головне меню.

Для збереження інформації про фінансовий стан агропідприємства, у головному меню програмного модуля передбачено пункт «Фінанси». При виборі цієї позиції та після перевірки права доступу, можна працювати з інформацією про витрати та прибутки. Розрахунок витрат на вирощення культури передбачає вибір культури та ділянки поля. Після цього проводиться відповідні обчислення та виводяться результати на екран. Після завершення всіх операцій здійснюється повернення в головне меню.

Таким чином, коли вся необхідна інформація переглянута та додана або доступ до неї закритий, тоді можна вийти з програми.

Так як в структурі програмного модуля передбачена наявність бази даних, то доцільно розробити її структуру, вона представлена на рисунку 2.2.

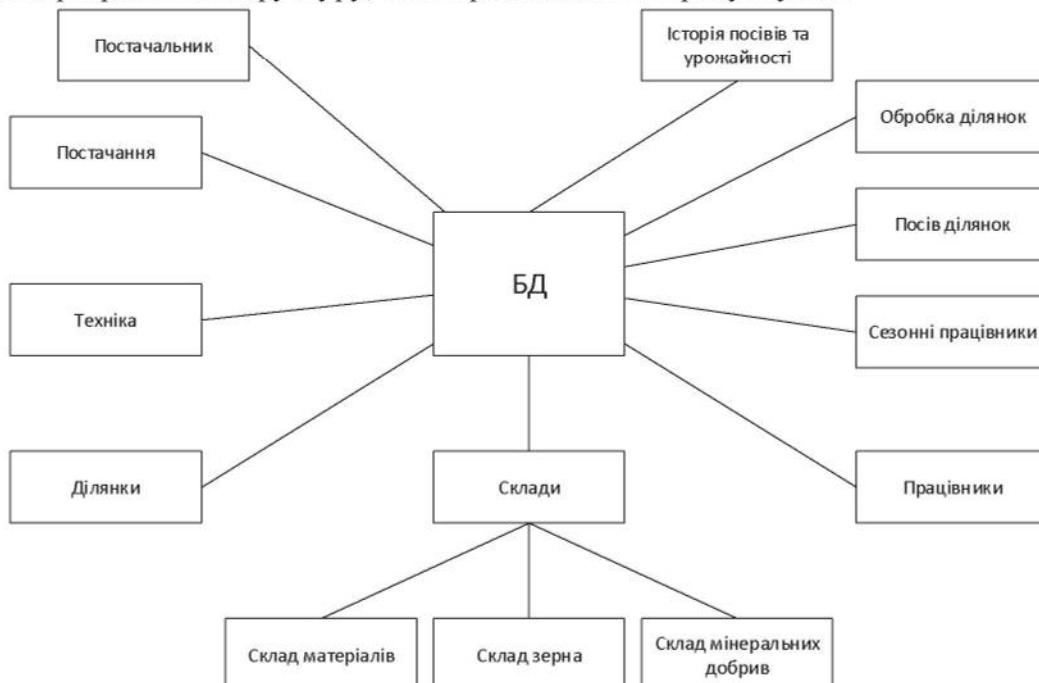


Рисунок 3 – Структура бази даних

Висновки. Досліджено об'єкт автоматизації – діяльність агрофірми «СитнеАгро», яка займається вирощуванням зернових культур. Побудовано організаційну структуру агрофірми. Обґрунтовано доцільність створення програмного модуля. Сформульовано вимоги до програмного модуля, які передбачають зменшення навантаження на директора та агронома щодо ведення звітності, швидкий доступ до потрібної інформації, оперативну організацію роботи працівників агрофірми та виконання запланованих робіт в задані терміни. Описано програмні засоби, використані для створення програмного модуля. Розроблено алгоритм роботи програмного модуля.

Перелік використаних джерел.

1. Грицунов О.В. Інформаційні системи та технології. / О.В. Грицунов.– Харків: ХНАМГ, 2010. – 222 с.
2. Бобух А. О. Автоматизовані системи керування: Навч. посібник. / А.О. Бобух. — Харків: ХНАМГ, 2006. — 185 с.
3. Коннолли Т. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. /Т. Конноли. — М.: Вильямс, 2003. — 1436 с.
4. 5 способов автоматизировать ваш агробизнес [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://aggeek.net/ru-blog>.

ВДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЄЮ МЕТРОПОЛІТЕНУ

Вступ. У зв'язку із збільшення населення мегаполісів виникає потреба у швидкому і безпечному перевезенні пасажирів. Цим критеріям повністю відповідає метрополітен, а також він здатний справлятися із високою інтенсивністю пасажиропотоку, як ніякий інший вид міського транспорту. Процеси повіtroобміну у вентиляційній мережі метрополітену є визначальними при розгляді питань підвищення економічності і безпеки провітрювання.

Вентиляція підземних об'єктів метрополітену є складною і важко вирішуваною проблемою через, наприклад, широту ліній і специфічних факторів, що змінюють стан повітря, які включають переважно нагрівання і вологість, забруднення газом і пилом, а також аеродинамічні ефекти, що супроводжують рух поїзда. Організація різних схем руху повітряних потоків з урахуванням технології роботи метрополітену (рух поїздів, пасажиропотоки за часом доби і напрямками, стан повітряного середовища на поверхні, якість його функціонування вентиляційних агрегатів, кваліфіковане обслуговування вентиляційних пристройів, чітка система управління і диспетчерського контролю) є основою здійснення вентиляції станцій і тунелів [1].

Процеси повіtroобміну в вентиляційній мережі є визначаючими при розгляді питань підвищення економічності і безпечности провітрювання.

Завданням вентиляції станцій і тунелів є не тільки підтримання заданих метеорологічних умов і хімічного складу повітря, які відповідають гігієнічним вимогам в місцях перебування пасажирів і обслуговуючого персоналу, а й створення необхідних режимів провітрювання при порушенні нормальної роботи пристройів метрополітену і задимлення [2].

Мета: Дослідження та вдосконалення автоматизованої системи керування вентиляцією метрополітену.

1. Аналіз задач системи вентиляції метрополітену та її автоматизації

В даний час зниження витрат на вентиляцію метрополітену стало актуальною проблемою, необхідність вирішення якої зумовлена зростанням вимог до енергозбереження вентиляційного обладнання при його експлуатації. Посилюються вимоги до систем вентиляції по забезпеченю провітрювання при пожежах, загазованості і терористичних актах [1-3].

Завдання вентиляції тунелів і станцій метро включають:

- забезпечення необхідної кількості повітря для пасажирів і службового персоналу;
- створення відповідних термічних умов і належної вологості повітря шляхом видалення надлишку тепла та вологи;
- стимуляція циркуляції повітря, яка необхідна для компенсації температурних умов і вологості повітря;
- придушення аеродинамічних ефектів, що виникають під час руху поїзда.

Управління провітрюванням метрополітенів в даний час здійснюється або шляхом автоматичного вибору режиму роботи системи вентиляції в залежності від температури атмосферного повітря (ступеневу зміну продуктивності і часу роботи вентиляторів), або зміною числа працюючих вентиляторів по заздалегідь розрахованої програмою в залежності від часу доби і днів тижня [4].

Такий підхід серйозно ускладнює підвищення економічності провітрювання, тому що при цьому не враховується взаємний вплив вентиляційних режимів станцій, обурення, що вносяться до розподілу повітря потягами. Не враховуються також можливості наявних підземних регулятором розподілення повітря по ефективному перерозподілу обсягів повітря для забезпечення вимог санітарних норм і правил, а також зниження витрат електроенергії на вентиляцію.

Формалізація цього процесу може бути здійснена шляхом постановки і вирішення відповідної оптимізаційної задачі спільного управління вентиляторами і регуляторами розподілення повітря лінії метрополітену.

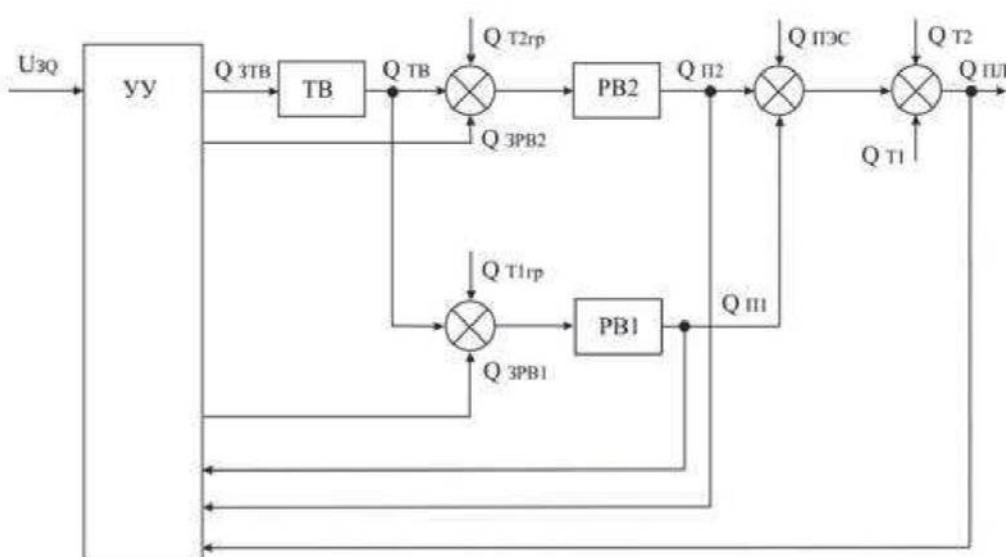


Рисунок 1 - Функціональна схема системи автоматичного керування провітрюванням ділянки лінії метрополітену

На рисунок 1 представлена функціональна схема САУ провітрюванням ділянки лінії метрополітену. Керуючий контролер верхнього рівня видає на дільничну САУ сигнал завдання потрібної витрати повітря на платформі станції $U_{зQ}$. Цей сигнал формується виходячи з вимог забезпечення оптимального управління вентиляційним режимом ділянки (лінії).

Пристрій управління на основі закладених алгоритмів видає сигнали управління на вентилятор $Q_{зТВ}$ і регулятори розподілення повітря $Q_{зРВ1}$ і $Q_{зРВ2}$. Якщо необхідну витрату повітря на платформі $U_{пл}$ не може бути забезпеченено спільною роботою тільки регуляторів розподілення повітря, то пристрій управління видає сигнал $U_{зТВ}$ на збільшення продуктивності вентилятора і, якщо необхідно, сигнали на закриття регуляторів розподілу повітря.

Для забезпечення необхідної кратності повітробміну на платформі станції необхідно одночасно контролювати витрати повітря в усіх відповідних до платформи

тунелях.

Тому сигнали про витрати повітря через пасажирські спуски і ескалатори $Q_{\text{пс}}$, а також сигнали про витрати повітря в тунелях, якими поїзди їдуть зі станції Q_{T1} і Q_{T2} формуються відповідними датчиками швидкості повітря [4].

В якості основних критеріїв оптимізації можна прийняти такі:

- мінімум енергоспоживання на провітрювання як окремої станції, так і всієї лінії в цілому при забезпеченні необхідного на платформі кількості повітря в годину;
- обчислення керуючих впливів з урахуванням прогнозного зміни пасажиропотоку і числа пар поїздів протягом години (доби).

2. Розроблення системи управління вентиляційним комплексом із розгалуженою аеромережею

Задля досягнення поставленої у роботі мети розроблено блок-схему системи управління вентиляційною системою із розгалуженою аеромережею (рисунок 2).

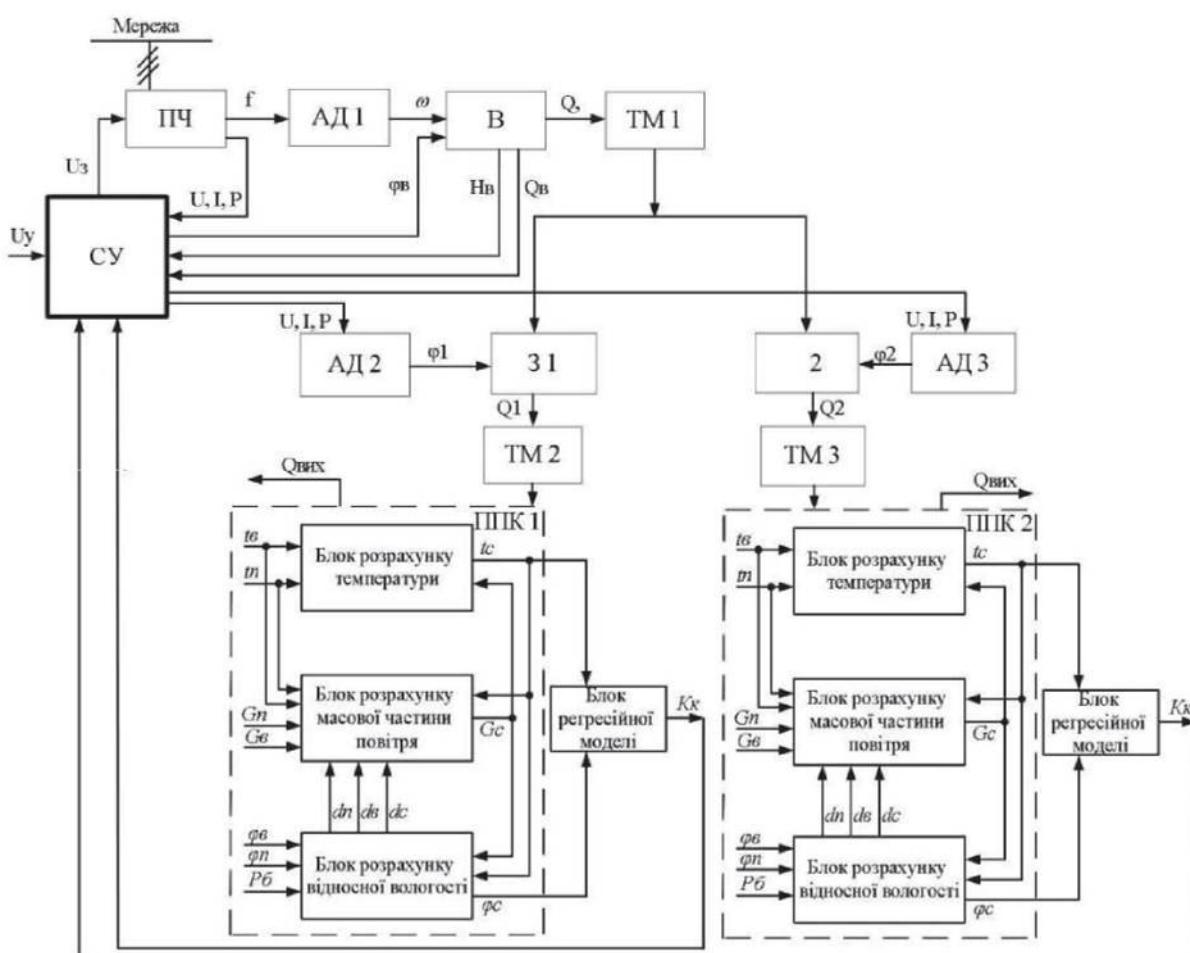


Рисунок 2 – Блок-схема системи управління вентиляційним комплексом із розгалуженою аеромережею

Блок-схема системи управління вентиляційним комплексом із розгалуженою аеромережею містить:

СУ – система управління (блок регресійної моделі та мікроконтролер);

ПЧ – перетворювач частоти;

АД – асинхронний двигун;

В – вентилятор з аеродинамічним пристроєм регулювання;

ТМ – трубопровідна аеромережа;

З – засувка;

ППК – приміщення підвищеної комфортності;

Кк – коефіцієнт комфортності.

Використання встановленої сучасної системи керування за допомогою встановлених датчиків температури і відносної вологості дозволяє здійснювати контроль зазначених показників та неконфліктне управління витратою повітря кожного з приміщень за допомогою головною вентиляторною установки, розподілення повітря в секціях аеромережі – за допомогою засувок із регульованими електричними приводами (рисунок 2).

Модель дозволяє досліджувати температурно-вологістний режим приміщення при штучному завданні температури, температури вуличного повітря та об'єму приміщення. Завданням моделювання є стабілізація мікрокліматичних параметрів у приміщеннях під час динамічних режимів роботи вентиляційного комплексу.

Висновок. Оптимальний розподіл повітря на платформі станції може бути отримано спільним автоматичним управлінням тунельним вентилятором, двома регуляторами розподілу повітря і, при необхідності, керованим вентиляційним клапаном.

Регулювання продуктивності вентилятора доцільно проводити тільки в періоди значної зміни вхідних керуючих впливів. Вихідні керуючі впливи на всі локальні регулятори повітряного розподілу повинні централізовано формуватися системою управління розподілу повітря на основі оптимальних алгоритмів, структура (що мінімізує функціонал) яких буде змінною в залежності від зміни вхідних керуючих і збурюючих впливів [5].

Перелік використаних джерел

1. Казаков, Б. П. Разработка программно-вычислительного комплекса «АэроСеть» для расчёта вентиляционных сетей шахт и рудников / Б;П. Казаков,, Ю.В. Круглов; А.Г. Исаевич, Л.Ю. Левин // Аэрология: сб. научных трудов по материалам симпозиума «Неделя горняка-2007» -М.: изд- во МГТУ, 2006.- 240 с.
2. Козырев, С.А. Автоматизация проектирования вентиляции подземного: рудника / С. А. Козырев, А.В. Осинцева // Вестник МГТУ - том 12, № 4 2009. – С. 677 – 682.
3. Нефелов, С.В. Техника автоматического регулирования в системах вентиляции и кондиционирования воздуха. / С.В. Нефелов, , Ю.С. Давыдов. – М.: Стройиздат, 2004. – 328с
4. Воронин А. Ю. Теория автоматического управления: Учебное пособие. - Ставрополь: СКФУ, 2017. - 252 с.
5. Русак С. Н., Криштал В. А. Моделирование систем управления. Учебное пособие. - Ставрополь: СКФУ, 2015. - 136 с.

Гевко Н.І.¹, Меленчук Л.І.², Шкіра Ю.Р.¹

¹*Тернопільський національний економічний університет*

²*Галицький коледж ім. В. Чорновола*

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБІВ СТВОРЕННЯ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

Вступ. За останні роки комп'ютерний зір став досить популярним і виділився в окремий напрямок. Розробники створюють нові додатки, якими користуються по всьому світу. Технологічні гіганти готові ділитися новими відкриттями та інноваціями з усіма, щоб технології не залишалися привілеєм багатьох. Одна з таких технологій - розпізнавання осіб. При правильному і етичному використанні ця технологія може застосовуватися в багатьох сферах життя[1].

Мета: На даний час широко розповсюдженні системи комп'ютерного зору з використанням штучного інтелекту та різних алгоритмів опрацювання даних у відеопотоці.

1. Дослідження існуючих систем розпізнавання

Розпізнавання обличчя в соцмережах. Facebook замінив присвоєння тегів зображень вручну на автоматично генеровані пропозиції тегів для кожного зображення, що завантажується на платформу. Facebook використовує простий алгоритм розпізнавання осіб для аналізу пікселів на зображені і порівняння його з відповідними користувачами.

Розпізнавання осіб у сфері безпеки. Простий приклад використання технології розпізнавання осіб для захисту особистих даних - розблокування смартфона «по обличчю». Таку технологію можна впровадити і в пропускну систему: людина дивиться в камеру, а вона визначає дозволити йому увійти чи ні [2].

Розпізнавання облич для підрахунку кількості людей. Технологію розпізнавання осіб можна використовувати при підрахунку кількості людей, які відвідують будь-який захід (наприклад, конференцію або концерт). Замість того щоб вручну підраховувати учасників, ми встановлюємо камеру, яка може захоплювати зображення осіб учасників і видавати загальна кількість відвідувачів. Це допоможе автоматизувати процес і заощадити час.

2. Налаштування системи: вимоги до апаратного та програмного забезпечення

Розглянемо, як можна використовувати технологію розпізнавання осіб, звернувшись до доступних інструментів з відкритим вихідним кодом[3].

Для побудови системи розпізнавання використаємо такі інструменти:

- Веб-камера (Logitech C920) для побудови моделі розпізнавання осіб в реальному часі на ноутбуці Lenovo E470 ThinkPad (Core i5 7th Gen). Можна також використовувати вбудовану камеру ноутбука або відеокамеру з будь-якої зручної системою для аналізу відео в режимі реального часу замість тих, які запропоновані.

- Переважно використовувати графічний процесор для більш швидкої обробки відео.

- Пропонується використовувати операційну систему Ubuntu 18.04 з усім необхідним ПЗ.

3. Налаштування програмного забезпечення

Необхідно перевірити, чи правильно налаштована камера. З Ubuntu це зробити просто: необхідно виявити чи розпізнано пристрій операційною системою. Для цього потрібно виконати кроки що на рисунку 1.

```
analyticsvidhya@analyticsvidhya-ThinkPad-E470:~$ ls /dev/video*
/dev/video0
```

Рисунок 1. Перевірка апаратного забезпечення

Необхідно підключити веб-камеру і задати команду знову. Якщо веб-камера підключена правильно, новий пристрій буде відображене в результаті виконання команди, що на рисунку 2.

```
analyticsvidhya@analyticsvidhya-ThinkPad-E470:~$ ls /dev/video*
/dev/video0
analyticsvidhya@analyticsvidhya-ThinkPad-E470:~$ ls /dev/video*
/dev/video0 /dev/video1
```

Рисунок 2. Підключення веб камери

Код, зазначений в даній статті, написаний з використанням Python (версія 3.5). Для установки Python рекомендується використовувати Anaconda - популярний дистрибутив Python для обробки і аналізу даних[4].

OpenCV - бібліотека з відкритим кодом, яка призначена для створення додатків комп'ютерного зору. Установка OpenCV проводиться за допомогою ріп:

```
pip3 install opencv-python
```

Виконаемо встановлення face_recognition API.

Будемо використовувати face_recognition API, який вважається самим простим API для розпізнавання осіб на Python у всьому світі.

Для установки використовуємо:

```
pip install dlib
```

```
pip install face_recognition
```

Після настройки системи переходимо до впровадження. Для початку, ми створимо базовий код, на основі якого буде побудована система розпізнавання облич.

Необхідно створити файл face_detector.py:

```
# import libraries
import cv2
import face_recognition
# Get a reference to webcam
video_capture = cv2.VideoCapture("/dev/video1")
# Initialize variables
face_locations = []
while True:
    # Grab a single frame of video
    ret, frame = video_capture.read()
    # Convert the image from BGR color (which OpenCV uses) to RGB color (which face_recognition
uses)
    rgb_frame = frame[:, :, ::-1]
    # Find all the faces in the current frame of video
    face_locations = face_recognition.face_locations(rgb_frame)
    # Display the results
    for top, right, bottom, left in face_locations:
        # Draw a box around the face
```

```
cv2.rectangle(frame, (left, top), (right, bottom), (0, 0, 255), 2)
# Display the resulting image
cv2.imshow('Video', frame)
# Hit 'q' on the keyboard to quit!
if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
    break
# Release handle to the webcam
video_capture.release()
cv2.destroyAllWindows()
```

Потім виконаємо код запустивши файл Python, надрукувавши:

```
python face_detector.py
```

Якщо все працює правильно, відкриється нове вікно з запущеним функцією розпізнавання осіб в реальному часі.

Для створення автоматизованої системи з використанням відеокамери для відстеження, де спікер перебуває в даний момент часу. Залежно від його положення, система повертає камеру так, що спікер завжди залишається в центрі кадру.

Перший крок – необхідно створити систему, яка ідентифікує людини або людей на відео і фокусується на місцезнаходження спікера.

Спочатку імпортуюмо необхідні бібліотеки:

```
import cv2
import face_recognition
```

Потім читуємо відео і встановлюємо довжину:

```
input_movie = cv2.VideoCapture("sample_video.mp4")
length = int(input_movie.get(cv2.CAP_PROP_FRAME_COUNT))
```

Після цього створюємо файл виведення з необхідним дозволом і швидкістю передачі кадрів, аналогічної тій, що була в файлі введення.

Завантажуємо зображення спікера в якості зразка для розпізнання його на відео:

```
image = face_recognition.load_image_file("sample_image.jpeg")
face_encoding = face_recognition.face_encodings(image)[0]
known_faces = [
    face_encoding]
```

Закінчивши, запускаємо цикл, який буде:

- Витягувати кадр з відео.
- Знаходити все обличчя і ідентифікувати їх.
- Створювати нове відео, яке буде поєднувати в собі оригінал кадру із зазначенням місцезнаходження особи спікера з підписом.

Код, який буде це виконувати:

```
# Initialize variables
face_locations = []
face_encodings = []
face_names = []
frame_number = 0
while True:
    # Grab a single frame of video
    ret, frame = input_movie.read()
    frame_number += 1
    # Quit when the input video file ends
    if not ret:
        break
    # Convert the image from BGR color (which OpenCV uses) to RGB color (which face_recognition
    uses)
```

```
rgb_frame = frame[:, :, ::-1]
# Find all the faces and face encodings in the current frame of video
face_locations = face_recognition.face_locations(rgb_frame, model="cnn")
face_encodings = face_recognition.face_encodings(rgb_frame, face_locations)
face_names = []
for face_encoding in face_encodings:
    # See if the face is a match for the known face(s)
    match = face_recognition.compare_faces(known_faces, face_encoding, tolerance=0.50)
    name = None
    if match[0]:
        name = "Phani Srikant"
    face_names.append(name)
# Label the results
for (top, right, bottom, left), name in zip(face_locations, face_names):
    if not name:
        continue
    # Draw a box around the face
    cv2.rectangle(frame, (left, top), (right, bottom), (0, 0, 255), 2)
    # Draw a label with a name below the face
    cv2.rectangle(frame, (left, bottom - 25), (right, bottom), (0, 0, 255), cv2.FILLED)
    font = cv2.FONT_HERSHEY_DUPLEX
    cv2.putText(frame, name, (left + 6, bottom - 6), font, 0.5, (255, 255, 255), 1)
# Write the resulting image to the output video file
print("Writing frame {} / {}".format(frame_number, length))
output_movie.write(frame)
# All done!
input_movie.release()
cv2.destroyAllWindows()
```

Розроблена система дозволить за допомогою штучного інтелекту розпізнавати обличчя спікера з відео та детектувати його положення в фреймі кадру. Ці базові налаштування є підгрунттям до створення більш гнучких та складних систем забезпечення безпеки та розпізнавання образів.

Висновок. Дослідження існуючих систем розпізнавання образів дозволяє виявити ряд недоліків в існуючих алгоритмах та високу апаратну та програмну складність, що обумовлює необхідність розробки нового ефективного алгоритму розпізнавання образів.

Перелік використаних джерел

1. L.Juwei, N. P.Konstantinos, A. Venetsanopoulos, “Face recognition using kernel direct discriminant analysis algorithms”, IEEE Transactions On Neural Networks, vol.14, no. 1, pp.117–126, January 2003.
2. M. Lades, J. Vorbruggen, J. Buhmann, “Distortion invariant object recognition in the dynamic link architecture”, IEEE Transactions on computers, 1993, vol. 42, no. 3, pp. 300 -310, March 1993.
3. P. Viola, “Robust realtime face detection”, International Journal of Computer Vision, 2004, vol. 57, no. 2, pp. 137-154, 2004.
4. А. М. Лисенко, “Застосування біометричних систем для ідентифікації особи”, Вісник Київського нац. ун.-ту ім. Т.Шевченка, Юридичні науки, 2004, №60/62, с. 87-91 . [5] Метод Виолы-Джонса (Viola-Jones) как основа для распознавания лиц, Электронный ресурс, Режим доступа:<https://habrahabr.ru/post/133826/>

**СЕКЦІЯ 3
БЕЗПЕКА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

УДК 681.31

Барський А.Р.¹, Давлетова А.Я.¹¹*Тернопільський національний економічний університет***ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ БЕЗПЕЧНОГО ВІДДАЛЕНОГО
ДОСТУПУ ДО ОБ'ЄКТІВ УПРАВЛІННЯ**

Вступ. Автоматизовані системи управління дозволяють регулювати температуру повітря, рівень освітленості, забезпечують безпеку приміщень та дистанційне управління пристроями. Вони є затребуваними і широко застосовуються протягом багатьох років не лише у промисловості, а й у побуті. На даний час рівень розвитку комп’ютерно-інтегрованих технологій дозволяє створювати комплексні системи управління, що поєднують в собі функції окремих пристройів. Такі системи стають все більш поширені і доступні користувачам, завдяки тому, що вони дозволяють істотно знизити ризики і небезпечні фактори, що виникають в процесі життедіяльності людини, зменшити витрати на електропостачання, а також підвищити рівень комфорту проживання в приміщенні.

Мета: Дослідження методів та технічних засобів віддаленого управління побутовими приладами та шляхів підвищення його безпеки.

1. Аналіз засобів налаштування віддаленого зв’язку для систем розумний будинок

У автоматизованих системах розумного будинку для ручного управління використовуються клавіші на контролері. В деяких випадках цього цілком достатньо для здійснення управління і використання диспетчерської станції є не обов’язковим. Такий метод управління можливий при централізованому управлінні. Проте у централізованих системах кількість контролерів має бути необхідною для здійснення управління. Кожен контролер в цьому випадку підключається безпосередньо за допомогою Wi-Fi до роутера і самостійно, періодично з’єднується з віддаленим web-сервером для обміну даними. Контролерів може бути як один так і декілька, в залежності від кількості об’єктів управління (ОУ) і така система повинна передбачати управління віддалених ділянок будинку за допомогою диспетчерського пункта. Для усунення незручностей, що полягають у неможливості здійснювати управління системою розумного будинку з планшета наприклад, у зв’язку із неможливістю чи нестабільною роботою Wi-Fi роутера налаштовується можливість віддаленого доступу через web-інтерфейс розумного будинку або за допомогою засобів GSM-зв’язку.

Модулі розширення – це пристрії, що підключаються до контролера і розширяють його функціональність. Такі пристрії можуть бути вбудованими в контролер (рисунок 1) чи підключатися окремо за допомогою спеціально призначених роз’ємів або загального роз’єму Ethernet, USB і інші інтерфейсів [1].



Рисунок 1 - Контролери з вбудованими модулями бездротової передачі даних

У зв'язку з тим, що компанії виробники систем розумний будинок використовують різні системи шифрування та передачі даних, при виборі модуля розширення важливо враховувати його сумісність з контролером.

Модулі розширення зв'язку для системи розумний будинок це прилади передачі даних безпровідним або провідним способом. До безпровідних належать Wi-Fi роутери, які підключаються до контролера через Ethernet або USB (є спеціальні модулі зі своєю системою підключення). Використовуються GSM/GPRS модулі (зазвичай вони вбудовані) за допомогою яких система розумний будинок може зв'язуватися з користувачем за допомогою СМС-повідомлення на вказаний номер телефону. Існують модулі бездротового зв'язку Bluetooth (радіосигнал) та передача по засобах інфрачервоного променя (рисунок 2) [2].



Рисунок 2 - Модулі бездротового зв'язку

Бездротовий віддалений спосіб керування доступний, якщо здійснене підключення системи розумний дім до глобальних мереж або монтаж модулів розширення зв'язку, забезпечує доступ до них. До таких мереж можна віднести GSM/GPRS, управління за рахунок мобільного зв'язку, мобільний інтернет, спеціальний виділений радіосигнал. Наявність виходу в GSM/GPRS мережа дає можливість системі відсилати СМС, MMC і звукові повідомлення на номер телефону власника будинку. Також теоретично можливо управління через голосове меню. Засоби для управління системами розумного будинку через глобальні мережі – це, як правило, смартфони, а також планшети та ноутбуки з вбудованими модулями-передавачами для мобільного інтернету.

2. Налаштування безпечного віддаленого управління системи розумного будинку

Віддалене управління може бути організоване за допомогою сокет сервера. Планшет в якості сокет сервера, а клієнтом виступає мережевий Android додаток. З точки зору безпеки такий варіант є оптимальним, оскільки використовується протокол мережевого обміну і технологія серилізації об'єктів в Java, при якій об'єкт передається по мережі потоком байтів та ключі безпеки на зміну будь-якого параметру автоматизації. За певним алгоритмом клієнт і сервер обмінюються спеціальними ключами безпеки. Зміна параметру автоматизації на стороні сокет сервера відбувається тільки з перевіркою такого ключа безпеки. Таким чином, з'єднання з сокет сервером і зміна будь-якого параметру налаштування зловмисником, є практично неможливим.

Однак в такому підході існують певні недоліки, зокрема необхідність білої IP адреси, для віддаленого управління необхідний смартфон Android для встановлення мережевого додатку.

Для забезпечення доступу до віддаленого управління розумним будинком з будь-якого пристрою, що має звичайний web-браузер, щоб можна було зайди на відповідну сторінку розумного будинку з будь якої точки необхідне використання web-технологій

і створення web-додатку, який розміщується на віддаленому web-сервері. В такому випадку надійність та безпека у порівнянні з сокет сервером знижується, проте в web-технологіях застосовується багато ефективних засобів захисту, таких як авторизація, і захищене https з'єднання.

З метою безпеки, в цьому випадку можна виключити можливість зміни особливо важливих параметрів через web-інтерфейс розумного будинку.

На рисунку 3 наведена схема віддаленого доступу системи розумного будинку.

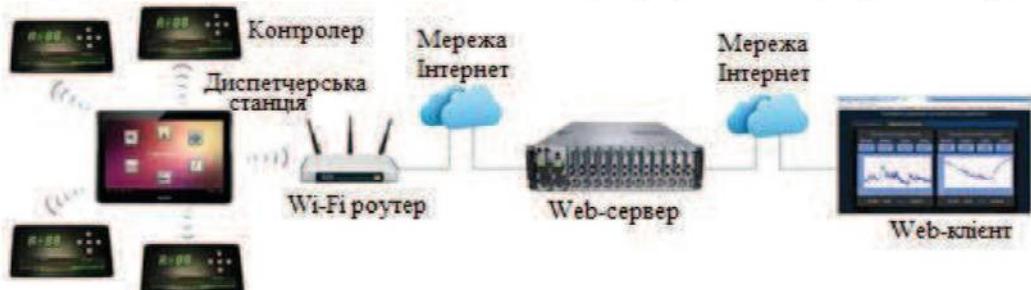


Рисунок 3 - Схема віддаленого доступу до системи автоматизованого управління

Використовуються системи розумного будинку з диспетчерською станцією і без неї. В обох випадках є можливість віддаленого управління розумним будинком через web-інтерфейс, web-сторінку розумного будинку. Сам web-проект розумного будинку розташовується на віддаленому web-сервері. При такому підході немає необхідності мати web-сервер у себе вдома, забезпечувати його безпеку, оптимізацію різних характеристик.

Для внесення змін налаштувань з використанням диспетчерської станції, наприклад планшета, android додаток з'єднується з web-сервером за допомогою безпечної ssl з'єднання і передає в запиті дані на сервер і читає дані у відповіді сервера. При конфігурації системи розумного будинку без планшета, контролер сам з'єднується з web-сервером і синхронізує дані з web-сервером. Всі параметри необхідні для контролю параметрів і управління об'єктом, синхронізуються між web-інтерфейсом і контролером через базу даних віддаленого web-сервера [3].

Робота системи розумного будинку в конфігурації без диспетчерської станції використовується у тому випадку, коли ОУ невелика кількість або взагалі один, відповідно контролерів теж, а алгоритми досить прості і для управління контролерів достатньо органів ручного управління контролера.

На рисунку 4 наведена система розумного будинку без диспетчерської станції, в якій контролер працює абсолютно автономно, виконує певне завдання за заданим алгоритмом, наприклад підтримку температури ОУ по ПД закону регулювання. Всі параметри процесу управління зберігаються в незалежній пам'яті контролера. Є органи ручного управління, за допомогою яких встановлюються всі необхідні параметри, наприклад: підтримувана температура, дельта, параметри ПД регулятора, в разі використання ПД закону і т.д [4].

Контролер має Ethernet, і підключений до локальної мережі або проводом, або має wifi модуль і з'єднується з локальною мережею по wifi. Wifi роутер в свою чергу підключений до Інтернету. Для більш глибокого і зручного налаштування контролера, наприклад установки мережевих налаштувань, контролер має вбудований web-інтерфейс. Всі мережеві налаштування встановлюються через вбудований web-інтерфейс контролера.

Крім виконання основного алгоритму управління, контролер один раз в 10 с. з'єднується з віддаленим web-сервером і в запиті передає контрольовані параметри процесу на сервер, а у відповіді сервера контролер отримує встановлені параметри процесу.



Рисунок 4 – Схема системи розумного будинку без диспетчерської станції

Контролер в даному випадку (рисунок 4) виступає в ролі web-клієнта. Якщо параметр був змінений через web-інтерфейс розумного будинку, то і у відповіді від сервера контролер отримає цей змінений параметр і далі продовжить виконання алгоритму з урахуванням зміни параметра, зі збереженням параметра у себе в незалежній пам'яті. Таким чином, відбувається віддалений контроль і управління ОУ за допомогою web-інтерфейсу.

На рисунку 5 наведена схема системи розумного будинку в конфігурації з диспетчерською станцією.



Рисунок 5 - Схема системи розумного будинку з диспетчерською станцією

Додаток планшета має ергономічний інтерфейс для управління всією системою розумного будинку. Інтерфейс розбитий на вкладки по кожній окремій системі управління. Якщо в планшеті є 3G, то програма може відправляти повідомлення на мобільний, що інформують про будь-які аварійні ситуації або при спрацьовуванні будь-якої із зон охорони системи відбувається спроба додзвонитися. Планшет взаємодіє з IP камерами розумного будинку, оновлюючи знімки в базі даних програми та оновлюючи їх в інтерфейсі на вкладці відеоспостереження, а так само на віддаленому web-сервері. Планшет періодично, кожні 100ms, по черзі опитує всі контролери всієї системи розумного будинку, зберігаючи отримані дані в базі даних програми та оновлюючи дані в інтерфейсі. У запиті до контролера, планшет передає всі керуючі параметри. Кожні 10 секунд планшет встановлює з'єднання з віддаленим веб-сервером і синхронізує бази даних програми з базою даних віддаленого веб-сервера. Якщо були зроблені зміни параметра через веб-інтерфейс розумного будинку, то відразу після синхронізації баз даних контролер отримає змінений параметр і прийме його в алгоритм управління, зберігши його в свою незалежну пам'ять.

Функції контролера практично не змінюються, просто в даному випадку контролер не є клієнтом, який сам з'єднується з веб-сервером, а є сервером і відповідає на запити Android програми.

Такий підхід і така конфігурація дає можливість здійснювати управління всім розумним будинком з одного пристрою, планшета, який без будь-яких проводових з'єднань за допомогою wifi з'єднаний з усіма контролерами розумного будинку, і може розташовуватися де завгодно, відповідно може бути при необхідності перенесеним у будь-яке місце. При цьому, кожен контролер працює незалежно від планшета, планшет в даному випадку займається виключно своїм колом задач. У разі виходу з ладу планшета або роутера, кожен контролер продовжить свою роботу штатно.

Висновок. Проведені дослідження показали, що система віддаленого доступу може бути організована за допомогою використання різних каналів зв'язку, таких як GSM, Ethernet, Wi-Fi. Системи з одним каналом зв'язку можуть бути ненадійними, оскільки він може перестати працювати коректно, не тільки через зловмисні дії, а й з природних причин. Наприклад, можуть закінчитися кошти на рахунку SIM карти мобільного оператора зв'язку чи відбудеться збій зі сторони провайдера. Такі сигнали не важко спотворювати, наприклад достатньо заглушити GSM частоту або фізично пошкодити Ethernet кабель. Якщо при проектуванні системи передбачено декілька каналів зв'язку, один із них можна використовувати у якості основного, інші можуть бути резервними. Така система більш надійна з погляду безпеки, оскільки одночасна відмова декількох каналів є малоямовірною і у випадку збою система продовжить працювати штатно.

Перелік використаних джерел

1. Локазюк В.М.. Мікропроцесори та мікроЕОМ у виробничих системах. Видавн.центр “Академік”, Київ, 2002.-234с.
2. Кирик В.В. Мікропроцесорна техніка: Навчальний посібник.-К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2014.- 183с.
3. Безпека з'єднань. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: ajax.systems
4. Самотокін Б.Б. Лекції з Теорії автоматичного керування. – Житомир: ЖІТІ, 1998. – 512 с.

Яковчук С.В.¹, Концевич Г.О.², Сеньків Г.В.³, Сеньків І.А.³

¹*Тернопільський національний економічний університет*

²*Бережанська загальноосвітня школа I-III ступенів №1, м. Бережани*

³*Іванівська загальноосвітня школа I-III ступенів Теребовлянського району
Тернопільської області*

СИСТЕМА КОДУВАННЯ ДВОКАСКАДНИМ КОДОМ НА ОСНОВІ СИГНАЛЬНОГО ПРОЦЕСОРА

Вступ. Ефективна організація обміну інформацією набуває все більшого значення передусім як умова успішної практичної діяльності людей [1]. Об'єм інформації, необхідний для нормального функціонування сучасного суспільства, росте у відповідності з розвитком продуктивних сил. В останній час різко підвищились вимоги, які висуваються до засобів передачі інформації, оскільки життя сучасного суспільства немислимє без широкого їх використання. Ці засоби безперервно вдосконалюються і розвиваються. Об'єми інформації з кожним роком зростають, збільшується дальність зв'язку, більш високими стають вимоги до якості та достовірності передачі [2], що забезпечується відповідними методами кодування.

Мета: Метою роботи є розробка системи кодування двокаскадним кодом на основі сигнального процесора (DSP).

1. Розробка пристрою

Узагальнена архітектура процесора DSP утворюється трьома складовими: підсистемами вводу/виводу, зберігання та процесорним ядром.

Структура процесорного ядра відображає виділений операційний базис і враховує особливості алгоритмів цифрової обробки сигналів. Блок генерації адреси забезпечує необхідні способи адресації. Синтезатор тактової частоти (PLL) надає можливість регулювати продуктивність та споживану потужність. Блок виконання операцій реалізує операції із фіксованою і плаваючою точками для додатків, в яких потрібна висока точність та продуктивність. У процесорне ядро введено блок налагодження і контролю, який містить засоби для внутрішньосхемної емуляції (OnCE), засоби тестування і налагодження, сторожовий таймер.

Підсистема вводу/виводу включає кодек, паралельні та послідовні порти вводу/виводу, host - інтерфейс для зв'язку із персональним комп'ютером. Організація підсистеми зберігання багато в чому також відображає специфіку алгоритмів для цифрової обробки сигналів. Так, зокрема, виділення двох блоків пам'яті *X* та *Y* дозволяє одночасно читувати операнди для згортки, а виділення пам'яті дозволяє розпаралелити послідовність адреси - читання операндів - виконання - запис результатів.

Сімейство DSP561XX 16-розрядних процесорів має наступні характеристики: продуктивність до 30 MIPS на 60 Мгц (цикл команди - 33,3 нс); паралельне виконання множення-підсумовування 16x16 біт; акумулятор 2x40 біт із байтовим розширенням; високий паралелізм виконання інструкцій; спеціальні режими адресації для DSP; вкладені апаратні цикли DO, включаючи нескінчені цикли та цикли DO до 0; швидке автоповернення переривань; три виведення зовнішніх переривань; 16-розрядні внутрішні шини адрес та даних; режим Stop та режими зниженої енергоспоживання; режим внутрішньосхемної емуляції (OnCE); низький рівень споживання енергії;

регулювання частоти роботи від максимальної до DC (Direct Current).

Моделі сімейства засновані на одному шістнадцятирозрядному процесорному ядрі та відрізняються розмірами пам'яті та складом периферійних пристройів. На рисунку 1 представлена структурна схема пристрою кодування двокаскадним кодом на основі сигнального процесора DSP56156.

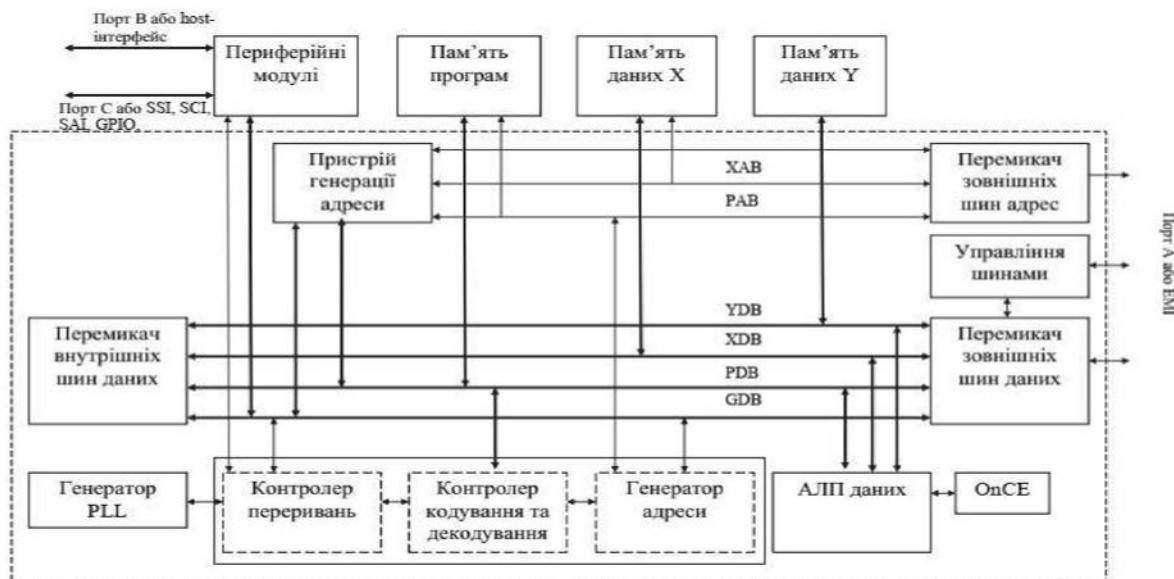


Рисунок 1 - Структурна схема пристрою кодування двокаскадним кодом на основі сигнального процесора DSP56156

Пунктиром виділені блоки, які складають процесорне ядро. На рисунку використовуються позначення: ХАВІ, ХАВ2, РАВ - адресні шини пам'яті даних і пам'яті програм відповідно; ХДБ, РДБ, ГДБ - шини даних; пам'яті X, пам'яті програм і загальна шина даних відповідно.

Крім ядра, на кристалі розташовані ОЗУ даних - 2Kx16; ОЗУ програм - 2Kx16; завантажувальний ПЗП - 64x16, що дозволяє здійснювати завантаження із зовнішньої пам'яті по host - інтерфейсу або по SSIO; 27 ліній вводу/виводу; програмований синтезатор тактової частоти; байтовий host-інтерфейс з підтримкою прямого доступу; два повнодуплексних каналі, що дозволяють також реалізувати компандування при аналого-цифровому і цифро-аналоговому перетворенні динамічного діапазону, а також програмно вибирати 32 тимчасових слоти в мережевому режимі; 16-розрядний таймер; 16-розрядний сигма-дельта кодек з частотою дискретизації від 100 КГц до 3 МГц, динамічним діапазоном 80 dB і співвідношенням сигнал/шум до 60 dB. Наявність сигма-дельта кодека дозволяє використовувати DSP56156 в різних недорогих системах.

Висновок. Розроблено схему пристрою для системи кодування двокаскадним кодом на основі сигнального процесора.

Перелік використаних джерел

1. Голдсміт А. Беспроводные коммуникации / А.Голдсміт. - М.: Техносфера, 2014. – 329 с.
2. Котов П.А. Повышение достоверности передачи цифровой информации / П.А. Котов. – М.: Радио и связь, 2016. – С.183.

Товпига В.М.¹, Пилипів С.І.², Стоян А.Г.¹

¹Тернопільський національний економічний університет

² Збаразька загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів №3 ім. Т.Р.Михальського

АЛГОРИТМ ЗАХИЩЕНОГО ОБМІNU ПОВІДОМЛЕННЯМИ ПІД ЧАС РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОТОКОЛУ ПОКУПКИ

Вступ. У наші дні у зв'язку із загальною інформатизацією і комп'ютеризацією [1] банківської діяльності [2] значення інформаційної безпеки віддалених транзакцій багаторазово зросла [3]. В результаті повсюдного поширення електронних платежів, пластикових карт, комп'ютерних мереж [4] об'єктом інформаційних атак стали безпосередньо грошові кошти як банків, так і їхніх клієнтів. Здійснити спробу розкрадання може будь-хто - необхідна лише наявність комп'ютера, підключенного до мережі Інтернет.

Мета: Розробка алгоритму захищеного обміну повідомленнями під час реалізації протоколу покупки.

1. Розробка алгоритму захищеного обміну повідомленнями

В операціях із відкритими ключами і сертифікатами використовується криптоалгоритм RSA. Як правило, довжина ключа дорівнює 1024 біта і лише для Root СЦ (тобто базового центру сертифікації) беруть ключі довжиною 2048 біт. При симетричному шифруванні зазвичай використовується алгоритм DES. Також крім нього використовується алгоритм CDMF (Commercial Data Masking Facility), який служить для захисту повідомлень між власником картки і одержувачем. DES повинен працювати з блоками даних 64 біти і використовує для шифрування і дешифрування один і той же 56-бітний ключ (кожен байт має містити біт парності). Вимоги до заповнення DES-CBC стверджують, щоби рядок заповнювача додавався до відкритого тексту, який підлягає зашифровуванню. Заповнювач змінює довжину блоку даних до кратної 8 октетам. Алгоритм CDMF виконує скремблінг даних, що базується на алгоритмі DES в спрощеній модифікації. В цьому випадку значуща довжина ключа буде 40 біт замість 56, як у DES.

SET має використовувати вдосконалений Джонсоном і Матіасом метод хешування. Основними процедурами даного протоколу є прийом і посилання повідомлень. Верифікація для ланцюжка сертифікатів вимагає, щоби перевірявся послідовно кожен сертифікат і його відповідність контролювалася. Наприклад, власник карти має перевірити сертифікати центру сертифікації продавця, самого продавця, центру сертифікації для платіжної системи (Brand СЦ), кореневого центру Root СЦ. Процес верифікації повинен включати наступні компоненти: контроль сертифікатів SET; контроль сертифікатів X.509; обробку BrandCRLIdentifier (BCI); обробку CRL (Certificate Revocation List).

На практиці прогнозується, що процес верифікації має бути зупинений на рівні, який пройдений був успішно раніше. Усі додатки, окрім самих сертифікатів, контролюють дату їх придатності.

Основу у потоці платіжних повідомлень протоколу SET складають пари відгук/запит між продавцем і власником карти, а також між розрахунковим центром і продавцем. Основу обміну між продавцем і власником карти складають повідомлення

PReq/PRes. Запит PRes може бути надісланий через деякий час або негайно. Прислана інформація буде залежати від фази реалізації протоколу, де знаходиться система.

В розрахунковому центрі авторизація продавця виконується за допомогою відповідних запитів AuthReq/AuthRes. На рисунку 1 показано типовий приклад для обміну повідомленнями під час реалізації протоколу покупки.

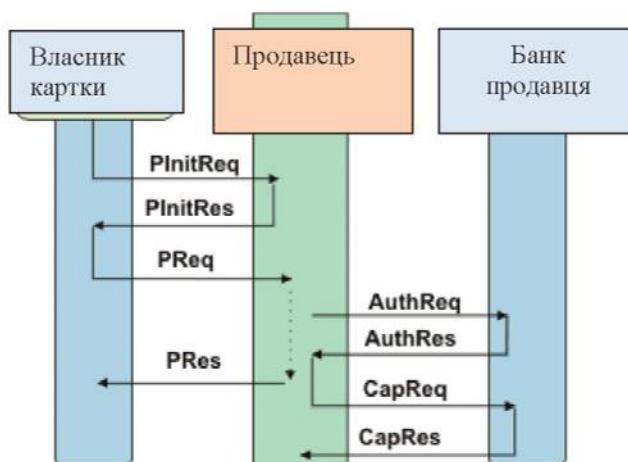


Рисунок 1 – Схема захищеного обміну повідомленнями під час реалізації протоколу покупки

Пари повідомлень InqReq/InqRes дають можливість власнику карти отримати інформацію про стан транзакції. У повідомленнях PReq/PRes власник карти пише продавцю, що він хотів би купити. Запити AuthRevReq і AuthRevRes використовуються тоді, коли потрібно відновити авторизацію. Повідомлення CapRevReq та CAPRevRes забезпечують процес скасування плати за покупку, перш ніж угода буде закінчена. Пара CredReq та CredRes подібна до попередньої пари, але використовується вже після завершення покупки. Повідомлення PCertReq/PCertRes для продавця забезпечують механізм отримання сертифіката зашифровування, що необхідний при шифруванні повідомлення для розрахункового центру. BatchAdminReq та BatchAdminRes забезпечують продавцю закриття, відкриття та з'ясування статусу транзакції з розрахунковим центром його платіжної лінії. Сигнал Errtag служить для повідомлення про помилки при обробці або в протоколі.

Висновок. Розроблено алгоритм захищеного обміну повідомленнями під час реалізації протоколу покупки.

Перелік використаних джерел

1. Швиденко М.З. Сучасні комп’ютерні технології / М.З. Швиденко. – Л.: ННЦ Інститут аграрної економіки. – 2007. – 705 с.
2. Абрамов А.В. Новое в финансовой индустрии: информатизация банковских технологий / А.В.Абрамов. — СПБ: Питер, 2007 г. – 274 с.
3. Деднєв М.А. Защита информации в банковском деле и электронном бизнесе / М.А.Деднєв, Д.В. Дыльнов. – М.: КУДИЦ ОБРАЗ, 2004. – 321 с.
4. Швиденко М.З. Комп’ютерні мережні технології / М.З. Швиденко, Ю.В.Матус. – К.: ТОВ «Авета». – 2008. – 372 с.

Потомський Н.С.¹, Макара Н.Й.², Лісковецький Д.В.¹

¹Тернопільський національний економічний університет

²Збаразька загальноосвітня школа I -III ступенів №2 ім. І. Франка

МЕТОД УСУНЕННЯ ЗАВАД ВІД РОЗСИНХРОНІЗАЦІЇ В КОМП'ЮТЕРНІЙ МЕРЕЖІ

Вступ. Будь-яка сучасна система управління має складатися з двох компонент: системи зв'язку і комп'ютера [1]. В залежності від заданих конкретних функцій кожна з них може переважати, але обидві важливі у тій чи іншій мірі. Також існують системи для заводів, будинків, лікарень, залізниць, автодоріг, кораблів, квартир тощо.

Основним напрямом розвитку технології мереж управління є поліпшення зв'язків всередині розподілених систем [2]. Здавалося б, вимоги до систем контролю, які працюють у різних галузях, мали би також бути різноманітні. Але, виявляється, що подібно до комп'ютерів, які встановлені на різних підприємствах, системи контролю виконують схожі функції. Схожими також є й вимоги до надійності, адресації, розміру пакетів тощо.

Однак, незважаючи на захисні заходи, досить сильна завада може пройти через канал зв'язку без активних передавачів і порушити правильну послідовність прийому посилок.

Мета: Метою даної роботи є розробка методу усунення завад від розсинхронізації в комп'ютерній мережі.

1. Розробка методу усунення завад від розсинхронізації

У випадку наявності сильної завади потрібно першою нормальною посилкою повідомити приймаючі пристрой і не обирати прийняту заваду за посилку. Це робиться за допомогою синхронізації посилок (пreamble) і синхронізації кадрів (активна пауза).

Для синхронізації посилок усі наступні заходи мають сенс тільки разом із захистом від розсинхронізації кадрів, схема якої представлена на рисунку 1. Перешкода хибним старт-бітом може збити правильний прийом кадрів для наступної посилки. Щоб повернутися до правильної послідовності, треба зробити паузу між посилкою даних і включенням прийомопередавача на передачу. Увесь цей час передавач має утримувати високий рівень в лінії, через який важко пробитися заваді (активна пауза). Паузи тривалістю в один кадр на даній швидкості зв'язку (10-11 біт) цілком достатньо, щоб будь-який пристрій, який прийняв заваду, отримав стоп-біт. Тоді прийматиметься наступний кадр з нормальногом старт-біта.



Рисунок 1 - Захист від розсинхронізації кадрів

Такого ж ефекту можна домогтися передачею символу FFh перед першим байтом посилки, оскільки, крім старт-біта, усі його біти мають значення "1". Якщо старт-біт символу FFh потрапляє на стоп-біт помилкового кадру, то буде помилка.

Крім того, можна застосувати захист від розсинхронізації посилок. Для цього у підпрограмі збереження й приймання даних потрібно передбачити заходи для впізнавання справжнього початку посилання і скидання приймального буфера для посилки (області пам'яті, де зберігаються прийняті байти). Цьому служить преамбула - ознака початку посилки. Роль преамбули у ASCII-протоколі грає спеціальний управлюючий символ початку посилки. За кожним його прийомом треба скидати буфер: перемістити покажчик початку буфера, обнулити число прийнятих байт тощо. Це ж саме треба робити при переповненні буфера. Справжньому управлюючому символу це дозволить скинути попередню "посилку", яка розпочата хибним символом.

Приклад. Останній управлюючий символ ":" скине попередню хибну посилку:
____:) ____ : 1 2 R P.S 4 8 5 /ПС/ ____ .

У двійковому протоколі, де не передбачено унікального управлюючого символу і синхронізація посилок йде з заданої паузи між байтами, досить лише збільшити активну паузу, яка описана в синхронізації кадрів, до тривалості паузи між байтами, через яку починається прийом нової посилки. Тобто між включенням прийомопередавача на передачу і відправкою перших байтів посилки потрібно зробити паузу тривалістю в 1.5 - 3.5 кадри UART. Під час такої преамбули за ініціативної передачі заваді буде важко прорватися до приймачів, тоді вони зафіксують потрібну паузу, скинуть буфер посилки і налаштуються для приймання нової посилки.

Якщо синхронізація у двійковому протоколі здійснюється лише з коректним початком посилки, то хибну посилку можна відфільтрувати за логікою її структури. У даному випадку преамбула – це стартова послідовність символів. Відсидається преамбула перед основною посилкою. Далі приймаючий пристрій відстежує в даних, які поступили, цю стартову послідовність. Де б вона не відбулася, все одно приймаючий пристрій скидає буфер посилки і починає приймати нову.

Випадок 1. Посилка наново починає прийматися після прийому ">go!" (замість символів можуть бути будь-які 8-бітні дані): ____ : -Ь ____ go! 1 2 R P.S 4 8 5 ____ .

Випадок 2. Відправка починає наново прийматися після прийому щонайменше трьох "E" поспіль і стартового байта ":" (замість символів можуть бути будь-які 8-бітні дані): ____ >: - E ____ E E E: 1 2 R P.S 4 8 5 ____ .

Якщо навіть до стартової послідовності було два таких символи поспіль, тоді посилка почне зберігатися за послідовністю лише з щонайменше як трьох поспіль символів (зайві символи ігноруються) та стартового символу. Коли використовувати байт FFh замість "E", то тоді синхронізацію кадрів посилок можна поєднати. І тому посилаються чотири FFh, а приймаючий пристрій очікує щонайменше трьох, з огляду на те, що перший байт FFh може піти на синхронізацію кадрів.

Перелік використаних джерел

1. Денисенко В. В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / В. В. Денисенко. - М.: Горячая линия-Телеком, 2009. - 608 с.
2. Кузнецов Р.Г. Кабели для современных сетей промышленной автоматизации / Р.Г. Кузнецов // Автоматизация в промышленности. – 2005. – №8. – С.201-208.

Сторожук В.В.¹, Пастушенко В.М.¹, Павловський С.¹, Куць Т.І.², Куць І.С.³

¹Тернопільський національний економічний університет

²Здолбунівська ЗОШ І-ІІІ ступенів №4

³Міжнародного економіко-гуманітарного університету імені академіка Степана Дем'янчука

ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ ЕЛЕКТРОННО-ЦИФРОВОГО ПІДПИСУ НА ОСНОВІ ЕЛІПТИЧНИХ КРИВИХ

Вступ. З ростом інформатизації суспільства і постійним збільшенням набору механізмів і інструментів автоматизації соціальних і економічних складових сфер суспільного життя, актуальність питань захисту інформації в автоматизованих системах стрімко виходить на новий рівень свого розвитку. Для підтримки інформаційної безпеки на належному рівні розробляються все нові криптографічні алгоритми, засновані на більш ресурсоємних обчислювальних задачах. В ході вирішення ключових питань, до яких відноситься забезпечення автентичності та конфіденційності інформаційних ресурсів, питання доступності даних і тимчасові затримки, пов'язані з роботою криптографічних механізмів являють собою не менш актуальні і важливі властивості інформаційних систем. Так само новий сенс і важливість набуває колективна електронний цифровий підпис, в зв'язку з розширенням взаємодії різних бізнес - співтовариство і державних структур. Ці два аспекти висувають нові вимоги до криптографічних алгоритмів, вимагаючи від них не тільки підвищення надійності і безпеки, а й збільшення обчислювальної ефективності, що дозволяє масштабувати використовують їх системи, під всі зростаючі потреби сучасного світу.

До способів підвищення ефективності і безпеки алгоритмів електронного цифрового підпису можна віднести застосування більш досконалих схем лежать в їх основі, які будуть дозволити не тільки скоротити розмір підпису, або ж зберегти його на тому ж рівні збільшивши стійкість, але і знизити тимчасову складність процедур формування і перевірки підпису, а так же дозволять распаралелити обчислювальні процеси беруть участь у процедурі формування та перевірки підпису, спростили механізми масштабування використовують їх обчислювальних систем.

Динамічний розвиток комп'ютерних систем і мереж, поглиблення інформаційної інтеграції та розширення використання інформаційних технологій у різних сферах діяльності людини зумовлює підвищення важливості задачі захисту інформації в комп'ютерних системах і мережах.

Існуючі алгоритмічні засоби захисту інформації є достатньо ефективними для використання у більшості галузей. Однак, стала тенденція росту швидкості та об'єм передачі інформації в комп'ютерних системах і мережах ставить більш жорсткі вимоги до витрат обчислювальних ресурсів на допоміжну обробку інформації, у тому числі і для її захисту. Це призводить до необхідності пошуку шляхів підвищення ефективності існуючих засобів захисту інформації і розробки нових. Тому альтернативою забезпечення високого рівня захисту інформаційних потоків є криптографія на основі математичного апарату еліптичних кривих (ЕК).

Мета. Дослідження методів захисту інформаційних потоків та розробка програмно-апаратна реалізація алгоритму електронно-цифрового підпису на основі еліптичних кривих.

1. Алгоритм Ecdsa формування електронно-цифрового підпису на еліптичних кривих

Використання математичного апарату еліптичних кривих для шифрування даних дозволяє значно зменшити розмір ключа і обсяг пам'яті, необхідної для виконання операцій підпису, шифрування і т.д. Проте при використанні еліптичних кривих в звичайній криптографії постає питання швидкості розшифрування даних, яка є неприпустимо низькою. Якщо ж глянути на загальний алгоритм-схему електронно-цифрового підпису, то стає очевидним, що для цього алгоритму розшифровка даних абсолютно непотрібна. Саме тому еліптичні криві широко використовуються для електронно-цифрового підпису. Один з алгоритмів ЕЦП на основі еліптичних кривих називається ECDSA (Elliptic Curve Digital Signature Algorithm) і є аналогом алгоритму DSA, проте в ECDSA використовується циклічна група еліптичної кривої. На даний час ECDSA стандартизований, стандарти IEEE P1363 та ANSI X9.61-X9.63 [1-5]. Опишемо алгоритми генерування ключів, генерування підпису та звірки підпису між особами А та Б. Алгоритм генерування ключів:

1. Вибрати еліптичну криву E , визначену на Z . Кількість точок $E(Z)$ має ділитися на велике просте n , яке звуться модулем кривої.
2. Вибрати точку $P \in E(Z)$ порядку n .
3. Вибрати унікальне випадкове ціле число d з інтервалу $[1, n-1]$.
4. Обчислити $Q = d \cdot P$.
5. Відкритий ключ А – (E, P, n, Q) ; закритий ключ А – d .

Алгоритм генерування підпису (для повідомлення m):

1. Вибрати унікальне випадкове ціле число k з інтервалу $[1, n-1]$.
2. Обчислити $k \cdot P = (x, y)$ та $r = x \bmod n$. Якщо $r=0$, то перейти на крок 1 (це умова безпеки підпису, якщо $r=0$, то підпис не підходить під ключ d).
3. Обчислити $k^{-1} \bmod n$.
4. Обчислити $s = k^{-1} \cdot (h(m) + d \cdot r)$, де h – хеш-функція.
5. Якщо $s=0$, перейти на крок 1 (при $s=0$ неможлива перевірка підпису).
6. Підписом для повідомлення m буде пара чисел (r, s) .

Алгоритм перевірки підпису (виконується особою Б):

1. Отримання відкритого ключа (E, P, n, Q) . Необхідно переконатися що числа r та s належать інтервалу $[1, n-1]$.
2. Обчислити $w = s^{-1} \bmod n$ та $h(m)$.
3. Обчислити $u_1 = h(m) \cdot w$ та $u_2 = r \cdot w \bmod n$.
4. Обчислити $u_1 \cdot P + u_2 \cdot Q = (x_0, y_0)$ та $v = x_0 \bmod n$.
5. Підпис буде істинним тільки якщо $v=r$.

Надійність ЕЦП на основі еліптичних кривих забезпечується складністю вирішення задачі дискретного логарифма. Тому для забезпечення максимальної надійності ЕЦП число n має бути простим. В такому випадку складність «злому» ЕЦП становить (Ро-методом Поларда) $\sqrt{\pi \cdot n / 2}$ кроків, в даному випадку крок – це одне додавання точки. Ро-метод Поларда можна розпаралелити, тоді при вирішенні задачі

дискретного алгоритму кожен процесор має виконати (при використанні r процесорів) $(\sqrt{\pi \cdot n}/2)/r$ кроків. Якщо використовувати ключ довжиною 256 біт (що далеко не є межею), то при звичайному Ро-методі має бути здійснено приблизно $\sqrt{\pi \cdot 2^{256}}/2$. Для прикладу: візьмемо ключ довжиною 256 біт: ($n = 115792089210356248762697446949407573530086143415290314195533631308867097853951$). Тоді звичайний Ро-метод Поларда матиме виконати близько 416759083662893151274904355734147406725 кроків, що є практично нездійсненно.

2. Програмно-апаратна реалізація алгоритму електронно-цифрового підпису на основі еліптичних кривих

Як видно з алгоритму електронно-цифрового підпису на основі еліптичних кривих, однією з основних операцій в ньому є експоненціювання точки на ЕК, тобто множення цієї точки на ціле число. Фактично процедуру експоненціювання точки можна розписати як послідовність операцій додавання/віднімання та подвоєння точки. З цього випливає, що для апаратної реалізації процедури електронно-цифрового підпису потрібно три блоки: додавання точки; множення точки на число; здійснення електронно-цифрового підпису.

В відповідністю з цим розподілом було спроектовано три компоненти – addblok16 (відповідає за додавання точки), mulblok16 – здійснює експоненціювання точки на ЕК та ecdsa_sign (здійснює операцію обчислення підпису). Вхідні дані для компонент mulblok16 та addblok16 – координати точок P_1 та P_2 , на вихід виводиться результат додавання або множення у вигляді координат результуючої точки. Також на вихід подаються сигнали про завершення операції додавання/множення та інформація про те, чи успішно виконана ця операція. Вхідні дані для компоненти ecdsa_sign: порядок базової точки; координати базової точки; базовий ключ; ефемеральний ключ; хеш-функція від повідомлення. З виходу компоненти зчитується електронно-цифровий підпис. Отже, для вирішення завдання реалізації процесора електронно-цифрового підпису на еліптичних кривих було розроблено три компоненти. Компонента addblok16 відповідає за додавання точки. Результати розміщення компоненти в полі компонованого простору показані на рисунку 1.

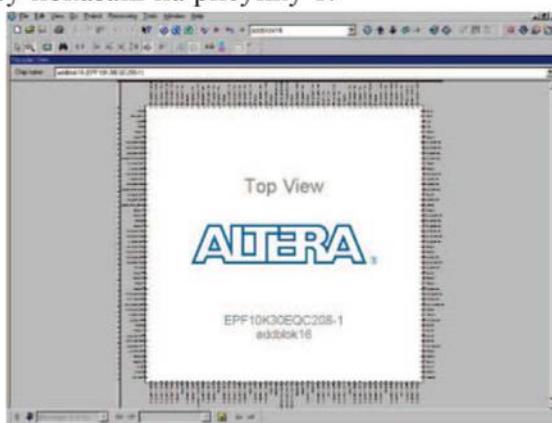


Рисунок 1 – Зовнішній вигляд результату розміщення компоненти addblok16

На рисунку 2 показано внутрішнє розташування елементів мікросхеми. З цього рисунку (як і з всіх наступних рисунків внутрішнього розміщення елементів в мікросхемі) можна зробити висновок про заповнення мікросхеми та кількість зв'язків

між елементами. Останній показник впливає на загальну швидкодію роботи пристрою, адже чим менше зв'язків тим менше буде затримок на передачу інформації та синхронізацію елементів між собою.

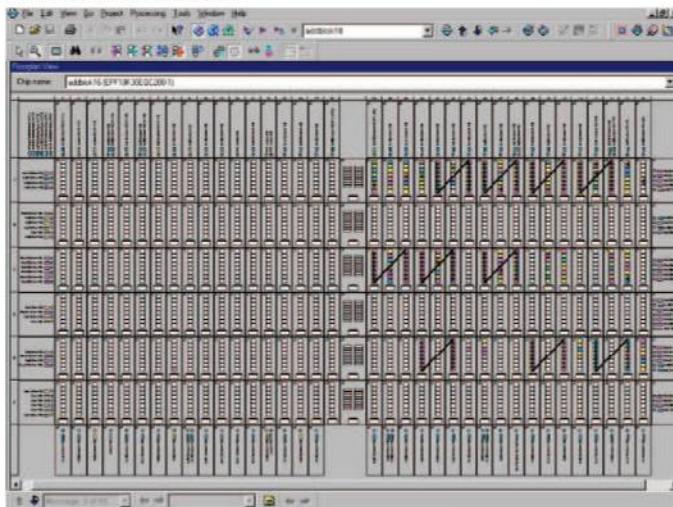


Рисунок 2 – Внутрішній вигляд результату розміщення компоненти addblok16

Для виконання процедури множення точки на ЕК було спроектовано компоненту mulblock16. Результати розміщення даної компоненти в полі компонованого простору показані на рисунках 3 та 4.

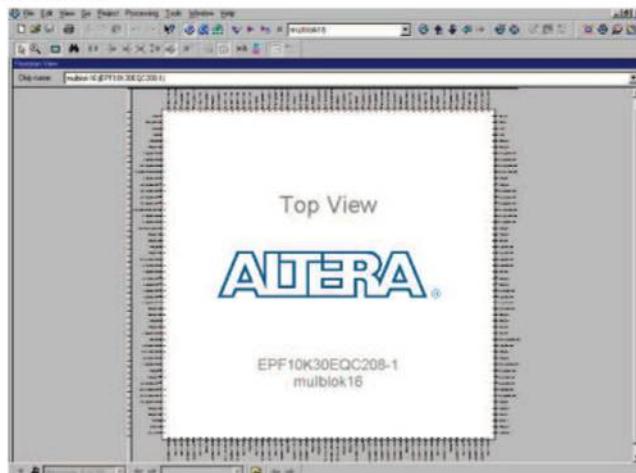


Рисунок 3 – Зовнішній вигляд результату розміщення компоненти mulblock16

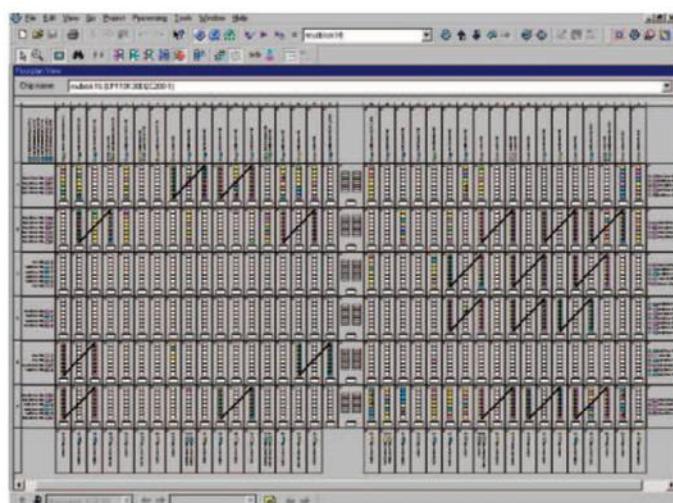


Рисунок 4 – Внутрішній вигляд результату розміщення компоненти mulblock16

Аналогічним чином було спроектовано компоненту ecdsa_sign, яка виконує операцію обчислення електронно-цифрового підпису на еліптичних кривих. Результати розміщення компоненти в полі компонованого простору показані на рисунках 5 та 6.

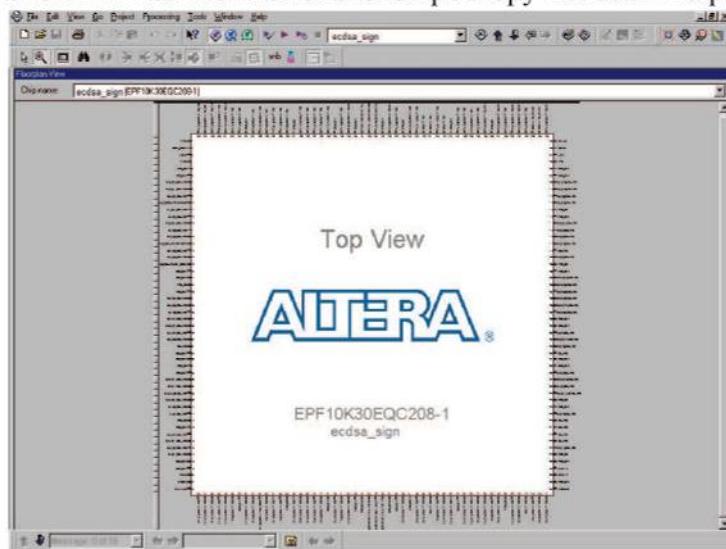


Рисунок 5 – Зовнішній вигляд результату розміщення компоненти ecdsa_sign

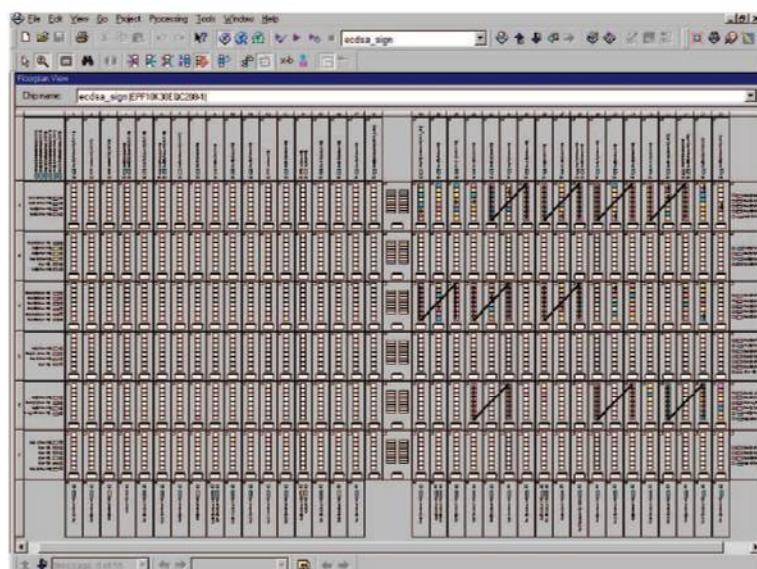


Рисунок 6 – Внутрішній вигляд результату розміщення компоненти ecdsa_sign

Отже, в результаті проведеної програмно-апаратної реалізації реалізації електронно-цифрового підпису було створено VHDL-модель процесора , який ефективно може використовуватися в системах захисту інформації.

3. Дослідження часових параметрів пристрой

Система автоматизованого проектування Quartus II володіє вбудованими функціями часового аналізу. Ці функції виконує модуль Timing Analyses (TA).

Модуль TA дозволяє користувачу проаналізувати характеристики продуктивності проекту після того, як він був синтезований компілятором.

Розробник має змогу проводити трасування проходження всіх сигналів проекту, визначити критичну швидкість проходження сигналу та шляхи проходження сигналів, що обмежують продуктивність проекту. Окрім того, в системі передбачено засоби для виключення певних шляхів поширення сигналів з часового аналізу, помічаючи цей

вивід як “вирізаний” (“cutoff”) вивід. Якщо якийсь вивід вирізаний, то усі сигнали, що використовують цей вивід виключаються з аналізу. Крім того розробник має змогу визначити максимальну та мінімальну затримку.

Отже, проаналізуємо часові характеристики компонент, що відповідають за скалярне множення (та додавання) точки на еліптичній кривій, оскільки саме це є основною операцією в електронно-цифровому підписі, базованому на криптографії еліптичних кривих.

Оскільки мікросхема на основі компоненти addblok16 має 133 виходи, тому не доцільно подавати інформацію про усі в даній роботі. В таблиці 1 наведені часові параметри деяких сигналів імплементованої компоненти addblok16.

Таблиця 1 – Часові параметри деяких сигналів імплементованої компоненти addblok16

Назва сигналу	Затримка (нс)
InCLK	7.200
InReset	1.600
Inp[0]	14.800
Inx0[0]	13.800
Inx1[0]	13.600
Iny0[0]	10.900
Iny1[0]	14.200
OutAdd_END	6.300
OutAdd_OK	6.200
Outx2[0]	7.000
Outy2[0]	6.800

Перехід сигналу з входу InCLK до виходу OutTakt здійснюється із затримкою у 7.200 нс. Аналогічно до попередньої, мікросхема на основі компоненти mulblok16 має 117 виходів, тому теж не доцільно подавати інформацію про усі сигнали в даній роботі. В таблиці 2 наведені часові параметри деяких сигналів імплементованої компоненти mulblok16.

Таблиця 2 – Часові параметри деяких сигналів імплементованої компоненти mulblok16

Назва сигналу	Затримка (нс)
InCLK	7.200
InReset	7.800
Inn[0]	10.500
Inp[0]	25.400
Inx0[0]	23.400
Iny0[0]	24.600
OutMul_END	6.500
OutMul_OK	6.300
Outx1[0]	6.300
Outy1[0]	6.900

Часові характеристики компоненти ecdsa_sign подано в таблиці 3.

Таблиця 3 – Часові параметри деяких сигналів імплементованої компоненти ecdsa_sign

Назва сигналу	Затримка (нс)
InCLK	7.200
D[0]	7.800
Qx[0]	25.400
Qy[0]	25.400
K[0]	23.400
Rx[0]	24.600
Ry[0]	24.600
N[0]	6.300
H[0]	6.500
S[0]	6.300
R[0]	6.900

При імплементації пристройів було вказано їх частоту роботи – 50 МГц. Як було сказано, процесор має виконувати обчислення електронно-цифрового підпису, використовуючи всі вхідні дані напряму, без всяких перетворень (наприклад, процедури генерування ключів або обчислення хеш-функцій), тому задавати вищу частоту недоцільно. Крім того мікросхеми, які забезпечують достатню частоту для обчислення хеш-функції та процедури генерування ключів, мають значно вищу вартість.

Висновки. В даній роботі розроблено апаратну модель пристрою шифрування та електронно-цифрового підпису на еліптичних кривих, досліджено часові параметри деяких сигналів імплементованих компонент.

Перелік використаних джерел

1. Diffie, W. New Directions in Cryptography / W. Diffie, M. Hellman. // IEEE Transactions on Information Theory. –Vol.22. No.6, 1976. – pp. 644–654.
2. Черемушкин, А.В. Криптографические протоколы. Основные свойства и уязвимости. – М.: Академия, 2009. – 272 с.
3. Єнікеєв, Р.І. Дослідження сучасних систем цифрового підпису / Р.І. Єнікеєв, В.О. Болтьонков. // Збірник матеріалів міжнародної наукової конференції «Сучасні інформаційні технології». – 2014 – С.21-22.
4. Nemati, H.R. Applied Cryptography for Cyber Security and Defence: Information Encryption and Cyphering / H.R. Nemati, L. Yang – N.-Y.: IGI Global, 2011– 383 р.
5. ДСТУ4145-2002. Інформаційні технології. Криптографічний захист інформації. Цифровий підпис, що ґрунтується на еліптичних кривих. Формування та перевірка. – К.: Держстандарт України, 2003. –39 с.

**ЗМЕНШЕННЯ ЧАСОВОЇ СКЛАДНОСТІ БАЗОЇ ОПЕРАЦІЇ АЛГОРИТМУ
ШИФРУВАННЯ ЕЛЬ-ГАМАЛЯ**

Вступ. Сучасні системи захисту інформації інтенсивно вдосконалюються на основі нових теоретичних положень опрацювання інформаційних потоків та програмно-апаратних засобів реалізації асиметричних криптоалгоритмів.

При цьому, на сучасному етапі розвитку інформаційних технологій виникає ряд проблем та науково-технічних задач пов'язаних з підвищеннем інформаційної стійкості комп'ютерних систем, зменшення обчислювальної складності асиметричних алгоритмів шифрування/десифрування. В системах захисту RSA та Ель-Гамаля основною операцією є модулярне експоненціювання [1].

Слід зазначити, що багатьма авторами розроблені методи різної складності для вирішення даного класу задач [2].

На сьогоднішній день, для досягнення прийнятного для більшості застосувань рівня захищеності, необхідна довжина чисел становить 1024-2048 розрядів з перспективою її зростання в найближчі роки до 4096 [3].

Зростання розрядності призводить до зменшення швидкодії алгоритмів шифрування та ставить нові задачі щодо розробки методів та високопродуктивних алгоритмів з меншою складністю, та їх ефективної реалізації в криптосистемах RSA та Ель-Гамаля.

Мета роботи. Розробка ефективного методу модулярного експоненціювання з використанням векторно-модульних операцій в розмежованій системі числення залишкових класів та двійкової теоретико-числового базису Радемахера-Крестенсона, який дозволить зменшити часову складність опрацювання інформаційних потоків в асиметричних криптоалгоритмах. Для досягнення поставленої мети потрібно розв'язати низку взаємопов'язаних задач, а саме: провести аналіз теоретичних основ системи залишкових класів, розробити метод модулярного експоненціювання на основі використання векторно-модульного методу модулярного множення та порівняти часову складність з відомими.

1. Метод векторно-модульного множення в ТЧБ Радемахера-Крестенсона

Для множення двох n -роздрядних чисел

$$a = \sum_{i=0}^{n-1} a_i \cdot 2^i \text{ та } b = \sum_{j=0}^{n-1} b_j \cdot 2^j,$$

де $a_i, b_j = 0, 1$, n -роздрядність модуля p за допомогою векторно-модульного методу, потрібно побудувати два вектор-рядки, в першому з яких записуються елементи $c_0 = 2^0 b \bmod p$, $c_i = 2 \cdot c_{i-1} \bmod p$, другий - з a_i , як показано в таблиці 1.

Таблиця 1 - Представлення вектор-рядків модульного множення

c_{n-1}		c_i	...	c_1	c_0
a_{n-1}	...	a_i	...	a_1	a_0

Результатом модулярного множення двох n – розрядних чисел знаходиться згідно формули:

$$a \cdot b \bmod p = \left(\sum_{i=0}^{n-1} a_i \cdot c_i \right) \bmod p . \quad (1)$$

Розроблений метод характеризується меншою часовою та апаратною складністю порівняно з матрично-модульним в базисі Радемахера-Крестенсона.

2. Теоретичні основи методу модулярного експоненціювання на основі модульно-векторного множення

Для модулярного експоненціювання $a^x \bmod p$ (вважаємо, що $x \leq \varphi(p)$, $\varphi(p)$ – значення функції Ейлера від модуля p) використаємо співвідношення:

$$a^x \bmod p = \left(\prod_{i=0}^{n-1} a^{x_i} 2^i \right) \bmod p = \prod_{i=0}^{n-1} s_i \bmod p . \quad (2)$$

де $s_i = a^{2^i} \bmod p$, при чому $s_i = (s_{i-1})^2 \bmod p$.

Тоді будь-який степінь x можна записати за степенями 2 і шуканий результат можна отримати, перемноживши відповідну кількість стовбців з використанням векторно-модульного методу за допомогою таблиці 2:

Таблиця 2 – Вектор піднесення до степеня в базисі Радемахера–Крестенсона

s_{n-1}		s_i	...	s_1	s_0
$a^{2^{n-1}} \bmod p$...	$a^{2^i} \bmod p$...	$a^{2^1} \bmod p$	$a^{2^0} \bmod p$

Основними перевагами такого методу є здійснення операцій в системі залишкових класів, а не з великими числами, що дозволяє пришвидшити алгоритм модулярного експоненціювання.

3. Застосування розробленого алгоритму

Розглянемо приклад. Нехай потрібно знайти значення $37^{35} \bmod 25$. Згідно алгоритму представимо $35=100011$ в двійковій системі числення, тоді :

$$37^{35} \bmod 25 = 37^{1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0} \bmod 25 = \left(37^{1 \cdot 2^5} \bmod 25 \cdot 37^{1 \cdot 2^1} \bmod 25 \cdot 37^{1 \cdot 2^0} \bmod 25 \right) \bmod 25$$

записуємо за степенями двійки. Для знаходження значення $37^{1 \cdot 2^1} \bmod 25$ скористаємося векторно-модульним методом, для цього потрібно скласти таблицю 4. В першому рядку якої записуємо двійкове представлення $37^2=100101$, а в другому значення $c_0 = 2^0 \cdot 37 \bmod 25$; $c_1 = 2 \cdot c_0 \bmod 25$; ...; $c_i = 2 \cdot c_{i-1} \bmod 25$.

Для обчислення $c_0 = 2^0 \cdot 37 \bmod 25$ доцільно скористатися методом знаходження залишку багаторозрядних чисел на основі використання теоретико-числового базису Радемахера-Крестенсона, запропонованого в [4].

Для цього потрібно записати в перший рядок таблиці 3 двійкове представлення числа $37^2=100101$, а в другий $2^i \bmod 25$, де $i=0, \dots, n-1$, n - розрядність 37.

Таблиця 3 – Знаходження операції модуля в ТЧБ Радемахера-Крестенсона

1	i	5	4	3	2	1	0
2	35	1	0	0	1	0	1
3	$2^i \bmod 25$	7	16	8	4	2	1

Результатом пошуку залишку

$$c_0 = 2^0 \cdot 37 \bmod 25 = (1+4+7)\bmod 25 = 12.$$

Отже, $s_0 = c_0 = 12$, для знаходження s_1 необхідно знайти $s_1 = (12)^2 \bmod 25$ на основі використання векторно-модульного методу множення.

Таблиця 4 – Модулярне множення в ТЧБ Радемахера-Крестенсона

1	i	3	2	1	0
2	12	1	1	0	0
3	$2c_{i-1} \bmod 25$	21	23	24	12

Тоді значення $s_1 = (12)^2 \bmod 25 = (21 + 23) \bmod 25 = 44 \bmod 25$. Залишок шукаємо аналогічним методом, як і на попередньому кроці.

Для цього потрібно записати в перший рядок таблиці 5 двійкове представлення числа

$$442=100101,$$

а в другий

$$2^i \bmod 25,$$

де $i=0, \dots, n-1$, n - розрядність 44.

Таблиця 5 – Знаходження операції модуля в ТЧБ Радемахера-Крестенсона

1	i	5	4	3	2	1	0
2	44	1	0	1	1	0	0
3	$2^i \bmod 25$	7	16	8	4	2	1

Результатом пошуку залишку $c_0 = 44 \bmod 25 = (7+8+4)\bmod 25 = 19$.

Шукаємо $s_2 = (19)^2 \bmod 25$ з використанням наступної таблиці 6:

Таблиця 6 – Модулярне множення в ТЧБ Радемахера-Крестенсона

1	i	3	2	1	0
2	19	1	0	1	1
3	$2c_{i-1} \bmod 25$	2	1	13	19

Результатом s_2 буде значення

$$s_2 = (19)^2 \bmod 25 = (19 + 13 + 2) \bmod 25 = 34 \bmod 25 = 9.$$

Аналогічним чином шукаємо

$$s_3 = (9)^2 \bmod 25 = 6,$$

$$s_4 = (6)^2 \bmod 25 = 11$$

$$\text{та } s_5 = (11)^2 \bmod 25 = 21.$$

Для знаходження результату $37^{35} \bmod 25$ складемо таблицю 7, відповідно до таблиці 3.

Таблиця 7 – Вектор піднесення до степеня в базисі Радемахера-Крестенсона

$s_5 = 21$	$s_4 = 19$	$s_3 = 12$
$37^{2^5} \bmod 25$	$37^{2^4} \bmod 25$	$37^{2^3} \bmod 25$

На останньому етапі потрібно знайти значення модулярного множення
 $37^{35} \bmod 25 = (21 * 19 * 12) \bmod 25$.

Для цього спочатку обчислимо значення $(21 * 19) \bmod 25$ з використанням векторно-модульного множення.

Для цього записуємо в перший рядок таблиці 6 двійкове представлення числа $19=1011$,

а в другий

$$21 * 2^i \bmod 25,$$

де $i=0, \dots, n-1$, n - розрядність 25.

Таблиця 8 – Модулярне множення в ТЧБ Радемахера-Крестенсона

1	i	3	2	1	0
2	19	1	0	1	1
3	$2c_{i-1} \bmod 25$	18	9	17	21

Результатом пошуку буде значення

$$(19 * 21) \bmod 25 = (21 + 17 + 18) \bmod 25 = 56 \bmod 25 = 6$$

Залишається обчислити значення $(6 * 12) \bmod 25$ згідно запропонованого методу з використанням таблиці 9. Для цього записуємо в перший рядок таблиці 9 двійкове представлення числа

$$12=1100,$$

а в другий

$$6 * 2^i \bmod 25,$$

де $i=0, \dots, n-1$, n - розрядність 25.

Таблиця 9 – Модулярне множення в ТЧБ Радемахера-Крестенсона

1	i	3	2	1	0
2	19	1	1	0	0
3	$2c_{i-1} \bmod 25$	23	24	12	6

Результатом пошуку буде значення

$$(6 * 12) \bmod 25 = (23 + 24) \bmod 25 = 47 \bmod 25 = 22.$$

Отже, розроблений метод модулярного експоненціювання з використанням векторно-модульних операцій в теоретико-числовому базисі Радемахера-Крестенсона доцільно використовувати в асиметричних криптографічних алгоритмах захисту інформації для зменшення складності обчислень, при генеруванні ключів, шифруванні/дешифруванні тощо.

4. Оцінка та порівняльний аналіз часової складності відомих та розробленого методу модулярного експоненціювання

Розрахунки показують, що запропонований алгоритм піднесення до степеня двійкового числа будь-якої розрядності за модулем p в базисі Радемахера-Крестенсона дозволяє зменшити складність з $O(2) = n^3$, або $O(1)(n) = n^2 \log n$ (Монтгомері метод) до $O(n) = n \cdot \log_2 n$, тобто ефективність зростає в $E(2)(n) = n$ разів. Графічні залежності даних складностей в логарифмічній шкалі представлені на рисунку 1.

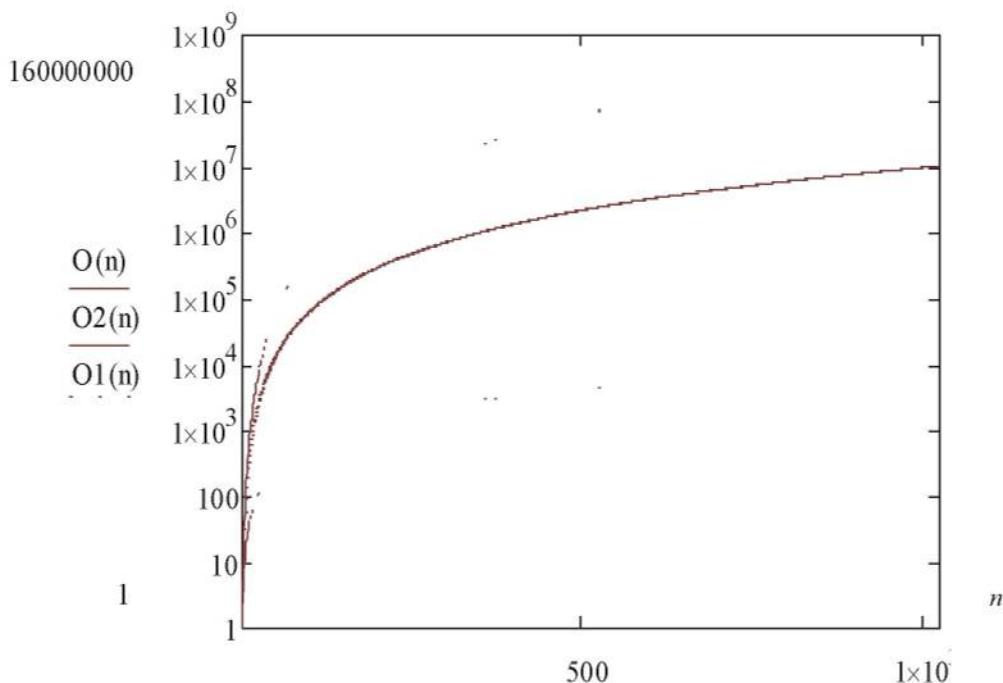


Рисунок 1 – Часова складність операції модулярного піднесення до степеня.

Запропонований метод піднесення до степеня двійкового числа будь-якої розрядності за модулем p дозволяє зменшити часову складність за рахунок заміни операції множення додаванням, підвищити швидкодію на 1 порядок.

Висновки.

Розроблено метод модулярного експоненціювання в теоретико-числовому базисі Радемахера – Крестенсона на основі використання алгоритму векторно-модульного множення, який на відмінну від відомих, характеризується високою швидкодією та ефективністю для виконання операції піднесення до степеня двійкового числа будь-якої розрядності за модулем p . Запропоновані нові теоретичні положення опрацювання інформаційних потоків, які дозволяють зменшити обчислювальну складність на 1 порядок при генеруванні ключів, шифруванні/дешифруванні асиметричних алгоритмів з відкритими ключами RSA, Ель–Гамаля тощо.

Перелік використаних джерел.

1. М.М.Касянчук, І.З.Якименко, О.І.Волинський, І.Р.Пітух. Теорія алгоритмів RSA та Ель–Гамаля в розмежованій системі числення Радемахера–Крестенсона // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – №3. – 2011.– с. 265-273

2. M.Kasyanchuk, I. Yakymenko, Y.Nykolaichuk Matrix Algorithm of Processing of the Information Flow in Computer Systems Based on Theoretical and Numerical Krestenson's Based / M.Kasyanchuk, I. Yakymenko, Y.Nykolaichuk // Proceedings of the Integrational Conference TCSET'2010, february 23-27, 2010, p. – С: 241

3 Карацуба А. Умножение многозначных чисел на автоматах / А. Карацуба, Ю. Офман //Доклады Академии Наук СССР. — 1962. — Т. 145. — № 2.

4. Касянчук М. М. Теорія алгоритмів пошуку найбільшого спільного дільника у базисі Крестенсона / Касянчук М., Якименко І., Николайчук Я. // Вісник ТНТУ. — 2011. – Том 16. – № 1. – С. 154–161.

*Котик Д.М.¹, Подзвінний В.В.¹*¹*Тернопільський національний економічний університет*

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ СТЕГАНОГРАФІЇ НА ОСНОВІ АЛГОРИТМУ LSB

Вступ. В стеганографії завжди є в наявності дві складові - те, що потрібно приховати, і то, де будемо це приховувати. Перша складова називається повідомленням, або стеганограммой, а друга - контейнером. Повідомленням може бути текст або, в загальному випадку, довільний файл, а в якості контейнера зазвичай використовуються текстові або мультимедійні (аудіо-, відео-, графічні) файли, а також носії інформації (зовнішні або вбудовані). Існуючі методи стеганографії досить розповсюжені в криптографії та є досить різноманітними. Одним з найпоширеніших алгоритмів що використовуються в стеганографії є алгоритм LSB, що породжує необхідність його дослідження та підвищення швидкодії.

Мета: Дослідження можливостей стеганографічних перетворень на основі алгоритму LSB.

1. Аналіз застосування стеганографії

Найбільш поширений клас контейнерів - це мультимедійні файли (тут йдеться в основному про графічних файлах, але все сказане справедливо і щодо аудіо- і відеоданих). Традиційно великі обсяги таких файлів-контейнерів дозволяють упаковувати в них значні за розміром повідомлення, а різноманітні, постійно удосконалюються формати і стандарти зумовили появу безлічі стеганографічних алгоритмів. Але як би не був широкий спектр цих методів, практично всі вони базуються на будь-якому з двох принципових підходів[1-2].

У простих некомерційних програмах для стеганографії як контейнер нерідко використовують області графічних файлів, зміна яких не впливає на зображення. Прихована інформація може розміщуватися і після закінчення даних зображення, і між окремими картинками одного файлу (наприклад, анімованого GIF), і в полях-коментарях, які ігноруються при промальовуванні. Такі стеганограмми легко детектируються, тому зазвичай вони розраховані на те, що спеціально їх ніхто шукати не буде.

2. Метод найменш значущих бітів

Метод найменш значущих бітів (Least Significant Bit, LSB) найбільш поширений в електронній стеганографії. Він заснований на обмежених можливостях людських органів почуттів, в силу чого люди не здатні розрізняти незначні варіації кольорів або звуків. Для простоти опису покажемо принцип роботи цього методу на прикладі 24-бітного реєстрового RGB-зображення[3]. Одна точка зображення в цьому форматі кодується трьома байтами, кожен з яких відповідає за інтенсивність одного з трьох складових квітів (рисунок 1).



Рисунок 1 – Трьохбайтне кодування точки

В результаті змішування кольорів з червоного (R), зеленого (G) і синього (B) каналів піксель отримує потрібний відтінок. Щоб наочніше побачити принцип дії методу LSB, розпишемо кожен з трьох байтів в бітовому вигляді (рисунок 2). Молодші розряди (на малюнку вони розташовані праворуч) в меншій мірі впливають на підсумкове зображення, ніж старші[4]. З цього можна зробити висновок, що заміна одного або двох молодших, найменш значущих бітів, на інші довільні біти настільки незначно спотворить відтінок пікселя, що глядач просто не помітить зміни[5].

Припустимо, потрібно приховати в даній точці зображення шість біт: 101100. Для цього розіб'ємо їх на три пари (рисунок 3) і замістити ними по два молодших біта в кожному каналі (рисунок 4).

1 1 0 0 0 0 1 1	R – 195
0 0 1 0 0 0 0 0	G – 32
0 1 1 0 0 1 1 0	B – 102

Рисунок 2 – Розбиття числа на три пари

1 1 0 0 0 0 1 0	R – 194
0 0 1 0 0 0 1 1	G – 35
0 1 1 0 0 1 0 0	B – 100

Рисунок 3 – Приховування числа



Рисунок 4 – Приховане числові кожному каналі

В результаті ми отримаємо новий відтінок, дуже схожий на вихідний. Ці кольори важко розрізнати навіть на великий за площею заливці, хоча різниця буде помітна по одній окремій точці (рисунок 5). Як показує практика, заміна двох молодших бітів не сприймається людським оком[6]. У разі необхідності можна зайняти і три розряди, що досить незначно позначиться на якості картинки.



Рисунок 5 – Оригінальне та приховане зображення

Давайте тепер підрахуємо корисний об'єм такого RGB-контейнера. Займаючи два біта з восьми на кожен канал, ми будемо мати можливість заховати три байта корисної інформації на кожні чотири пікселя зображення, що відповідає 25% обсягу картинки. Таким чином, маючи файл зображення розміром 200 Кбайт, ми можемо приховати в ньому до 50 Кбайт довільних даних так, що неозброєним оком ці зміни не будуть помітні[7].

Модифікацією методу LSB є алгоритми стеганографії, розроблені для компресіонних мультимедіаданих. Зокрема, досить популярний у розробників

стеганографічного програмного забезпечення алгоритм приховування даних в зображеннях формату JPEG. Оскільки перетворення картинки в JPEG відбувається з втратою інформації, закладати стеганограмму в вихідне зображення не має сенсу, так як потім її неможливо буде відновити [8]. Вихід знайшовся в самому алгоритмі стиснення - не вдаючись у подобиці специфікації JPEG, скажімо, що стиснення проходить тут в три етапи: дискретно-косінусоїдальне перетворення (ДКП), квантування і вторинне стиснення (кодування Хаффмана), а третя стадія проходить без втрати даних, тому в якості контейнера використовуються коефіцієнти ДКП після квантування, тобто призначеної для користувача інформацію заміщаються молодші розряди цих коефіцієнтів. Надання таких можливостей практично всіма схемами стиснення з втратою інформації, включаючи аудіо- та відеоформати.

3 Виявлення стеганограмм

Потрібно знайти всі місця можливих закладок чужорідної інформації, які допускає формат файлу-контейнера. Далі потрібно витягти дані з цих місць і проаналізувати їх властивості на відповідність стандартним значенням. Для вирішення першого завдання досить уважно вивчити специфікації використовуваних форматів файлів, а друга зазвичай вирішується методами статистичного аналізу. Наприклад, якщо необхідно заховати якийсь текстовий фрагмент, то таке послання міститиме тільки символічну інформацію: 52 знаки латиниці, 66 знаків кирилиці, знаки пунктуації та деякі службові символи. Статистичні характеристики такого повідомлення будуть різко відрізнятися від характеристик випадкової послідовності байтів, яку повинні нагадувати молодші біти RGB-картинки, зібрані разом (для методу LSB) [9].

Виходячи із способів аналізу потенційних контейнерів на предмет наявності в них таємних вкладень, можна сформулювати кілька порад щодо підвищення надійності приховування даних. Перш за все потрібно зробити важким пошук ділянок файлу-контейнера, що містять фрагменти стеганограмми. Це цілком можливо реалізувати за допомогою методу LSB. З цією метою біти повідомлення упаковуються не в усі байти зображення поспіль, а з пропусками, що ускладнює аналіз. У більш серйозному варіанті адреси байтів, що містять вкладення, будуть розраховуватися якоюсь функцією, яка в якості аргументу буде отримувати, скажімо, пароль користувача.

Потім потрібно наблизити статистичні властивості повідомлення до того, що аналітик розраховує знайти в неспотвореному файлі-контейнері [10].

Для методу найменш значущих бітів потрібно діяти навпаки - зробити повідомлення максимально схожим на випадковий набір бітів. Для цього можна стиснути стеганограмму одним з алгоритмів архівації, що згладить статистичні характеристики вкладення, а крім того, зробить його більш компактним, щоб упакувати в контейнер тієї ж ємності більше призначених для користувача даних. Архіви дуже нагадують рівноімовірні послідовності, але все ж мають свій службовий формат (заголовки, маркери та ін.) [11-12]. Тому для остаточного надання повідомленню властивостей випадкового потоку рекомендується використовувати алгоритм шифрування. При цьому можна застосувати той же пароль, що використовувався для розрахунку адрес несучих байтів [13]. Крім підвищення надійності стеганографічного алгоритму, шифрування створює як би другий рубіж захисту: навіть якщо зловмисник знайде ваші дані, він все одно не зможе розшифрувати їх, не знаючи пароля [14].

Висновок. Щодо використання методу LSB можна скласти декілька рекомендацій, які дозволять обійти стеганографічний контроль:

–не слід використовувати для зберігання повідомлення більше трьох бітів кожного байта контейнера, а краще обмежитися двома, розбивши велике повідомлення на кілька дрібних або підібравши більш ємний файл-носій. Крім того, не варто забивати контейнер для користувача даними «під зав'язку» - чим менше буде частка важливої інформації в загальному обсязі переданого файлу, тим складніше виявити факт закладки. На практиці зазвичай рекомендують приховувати повідомлення так, щоб їх розмір становив не більше 10% розміру контейнера;

–не рекомендується використовувати в стеганографічних повідомленнях штучно створені зображення або фотографії, на яких присутні значні ділянки однотонної заливки (наприклад, блакитне небо). Велика кількість дрібних строкатих деталей, навпаки, підвищить надійність приховування;

–невдалим контейнером для повідомлення будуть загальнодоступні, широко відомі мультимедійні файли, оскільки просте порівняння вашого файла з оригіналом відразу виявить стеганограмму. Для цих цілей краще використовувати власноруч зроблену цифрове зображення - за допомогою цифрового фотоапарата або сканера.

Стеганограмми, упаковані методом LSB, виявiti складно, особливо якщо цей метод застосовується з використанням наданих рекомендацій.

Перелік використаних джерел

1. Грибунин В.Г., Оков И.Н., Туринцев И.В. Цифровая стеганография. — М.: Солон-Пресс, 2002. — 272 с.
2. B. Schneier, Applied Cryptography: Protocols, Algorithms, and Source Code in C, 2nd ed. New York // John Wiley and Sons, 1996.
3. Kutter M., Jordan F., Bossen F. Digital signature of color images using amplitude modulation // Proc. of the SPIE Storage and Retrieval for Image and Video Databases V. 1997. Vol. 3022. P. 518-526.
4. Koch E., Zhao J. Towards Robust and Hidden Image Copyright Labeling // IEEE Workshop on Nonlinear Signal and Image Processing. 1995. P. 123-132.
5. Wu T., Wu S. Selective encryption and watermarking of MPEG video // International Conference on Image Science, Systems, and Technology. 1997.
6. Langelaar G., van der Lubbe J., Biemond J. Copy Protection for Multimedia Data based on Labeling Techniques // 17 Symposium on Information Theory in the Benelux. 1996.
7. Langelaar G., Lagendijk R., Biemond J. Watermark Removal based on Non-linear Filtering // ASCI'98 Conference. 1998.
8. Bender W., Gruhl B., Morimoto N., Lu A. Techniques for data hiding // IBM systems journal. 1996. Vol. 35. № 3.
9. Конахович Г.Ф., Пузыренко А.Ю. Компьютерная стеганография. Теория и практика — М: МК-Пресс, 2006.
10. Bassia P., Pitas I., Robust audio watermarking in the time domain // Department of Informatics, University of Tressaloniki.
11. Быков, С. Ф. Основы стегоанализа/С. Ф. Быков, О. В. Мотуз//Защита информации. Конфидент. -2000. -№ 3.
12. Грибунин, В. Г. Цифровая стеганография/В. Г. Грибунин, И. Н. Оков, И. В. Туринцев. -М.: Солон-Пресс, 2002. -272 с.
13. Конахович, Г. Ф. Компьютерная стеганография. Теория и практика/Г. Ф. Конахович, А. Ю. Пузыренко. -К.: МК-Пресс, 2006. -288 с.
14. Workshop on Information Hiding: Lecture Notes in Computer Science/R. Anderson, editor. -Springer-Verlag: Cambridge, 1996.

ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ВАРТІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ТРИВОЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

Вступ. При реалізації моделі системи безпеки підприємства в інформаційній сфері в опрацьовують сукупність об'єктивних зовнішніх і внутрішніх чинників та їх вплив на стан інформаційної безпеки на об'єкті і на збереження матеріальних або інформаційних ресурсів..

Мета: Дослідження та оптимізації функціонально-вартісних характеристик систем тривожної сигналізації.

1. Функціонально-вартісні характеристики систем тривожної сигналізації

Задачі проектування і реінженірингу СТС ускладнюються тим, що кожен компонент таких систем описується великою кількістю різномірних параметрів, окремі з яких можуть мати імовірнісну природу. Класифікація параметрів на однорідні групи дозволить формалізувати їх обробку та створити методи розв'язання задач проектування. В результаті аналізу фізичної природи параметрів вдалося виділити наступні три групи характеристик: обмежень використання, ефективності та ресурсоємності [1].

До групи характеристик обмежень використання належать ті, котрі обмежують область його використання згідно документів сертифікації, наприклад, область дії компонента (область простору, в межах якої компонент здатен виявити загрозу), діапазон температур, в яких він зберігає працездатність, стійкість до природних, випадкових і цілеспрямованих (створених порушником) завад та пошкоджень, час напрацювання на відмову тощо. До групи характеристик ефективності відносяться ті, що забезпечують виконання компонентом його безпосередніх функцій по виявленню відповідного типу порушника, зокрема, імовірності виявлення порушника та хибного спрацювання. На ці імовірності безпосередній вплив мають характеристики чутливості і селективності давача (захищеності від хибного спрацювання) [3].

До групи характеристик ресурсоємності відносяться ті, що визначають вартість придбання, монтажу та обслуговування компонентів, наприклад: зручність монтажу компонента, гарантійний термін експлуатації та престиж фірми виробника, від якого часто залежить ціна.

Найпростіша СТС складається з одного компонента виявлення, у цьому випадку ефективність системи дорівнює ефективності цього компонента. Для оцінювання ефективності складніших систем прийнято користуватись підходами на основі теорії імовірності [1], що описані нижче.

Під ефективною СТС слід розуміти систему, всі компоненти якої працездатні та виявляють всі загрози. Нехай $A_{\text{Відмова}}$ – подія „Порушник проник на територію у зв'язку з тим, що хоча б один елемент системи непрацездатний і потребує ремонту”, $A_{\text{Невиявлення}}$ – подія „Порушник проник на територію у зв'язку з тим, що хоча б один із працездатних елементів не виявив загрозу”, $A_{\text{Виявлення}}$ – подія „Порушник проник на

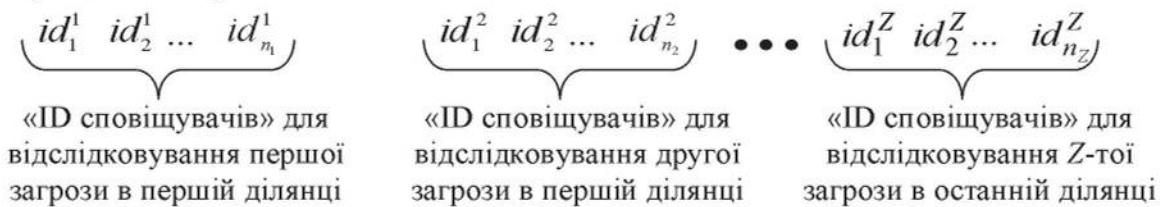
територію, але система його виявила". Результатом цілеспрямованих дій порушника є проникнення на територію, а отже $P(A_{\text{Відмова}}) + P(A_{\text{Невиявлення}}) + P(A_{\text{Виявлення}}) = 1$, звідки імовірність невиявлення порушника системою $R^{\text{sys}} = 1 - P(A_{\text{Виявлення}})$ можна оцінити як

$$R^{\text{sys}} = P(A_{\text{Відмова}}) + P(A_{\text{Невиявлення}}), \quad (1)$$

де $P(A_{\text{Відмова}}), P(A_{\text{Невиявлення}})$ – імовірності подій $A_{\text{Відмова}}$ і $A_{\text{Невиявлення}}$.

Ресурсоємність СТС формується ресурсоємністю прибання, монтажу і експлуатації системи. Перші дві характеристики визначаються згідно прейскурантів, тоді як характеристикою ресурсоємності експлуатації СТС є деяка функція від оцінки частоти хибних спрацьувань Q^{sys} [4]. Наприклад, хибний виїзд служби безпеки на об'єкт тягне за собою додаткові витрати. При цьому, важливо мати на увазі, що ці витрати повинні бути меншими за збитки, завдані порушником.

В загальному випадку об'єкти охорони мають складну геометричну форму, яку можна представити у вигляді графа, кожне ребро якого називатимемо ділянкою. Кожна ділянка характеризується умовами, що обмежують множину придатних для її охорони сповіщувачів [3], а саме: набором загроз, які треба виявляти, і специфікою завад, що виникають на ній (рух дрібних тварин, близькість джерел електромагнітного чи іншого випромінювання):



Довжини кожної ділянки S_i та згадані умови утворюють вхідні дані задачі проектування СТС.

Нехай $N_{i,j}$ – кількість компонентів j -тої моделі, що призначені для охорони i -тої ділянки, тоді проект охоронної системи можна представити матрицею $Z \times n$

$$N = \begin{pmatrix} N_{1,1} & \dots & N_{1,n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ N_{Z,1} & \dots & N_{Z,n} \end{pmatrix}, \quad (2)$$

де Z – кількість ділянок периметру території, n – кількість альтернативних варіантів сповіщувачів: $n = \sum_{i=1}^Z n_i$,

n_i – кількість моделей сповіщувачів, які згідно умов i -тої ділянки придатні для її охорони.

Для обчислення імовірності невиявлення порушника за формулою (1) необхідно оцінити значення імовірності подій $A_{\text{Відмова}}$ і $A_{\text{Невиявлення}}$.

Згідно теорії надійності [1], імовірність того, що хоча б один сповіщувач СТС непрацездатний і потребує ремонту, можна оцінити за формулою:

$$P(A_{\text{Відмова}}) = 1 - F^{\text{sys}}, \quad F^{\text{sys}} = \prod_{i=1}^Z F_i^{\text{zone}}, \quad F_i^{\text{zone}} = \prod_{j=1}^{n_i} (P_j)^{N_{ij}}, \quad (3)$$

де n_i – кількість моделей компонентів, придатних для охорони і-тої ділянки; N_{ij} – кількість компонентів j-тої моделі, що встановлені для охорони і-тої ділянки; p_j – імовірність того, що компонент j-тої моделі перебуває в працездатному стані; F^{sys} – імовірність того, що всі елементи системи у працездатному стані; F_i^{zone} – імовірність того, що всі елементи, призначені для охорони і-тої ділянки у працездатному стані; Z – кількість ділянок.

Імовірність того, що хоча б один із працездатних елементів не виявить загрозу, по аналогії з [1], обчислюється так:

$$P_{\text{Невиявлення}} = \max_{i=1,\dots,Z} R_i^{zone}, \quad R_i^{zone} = \max_{j=1,\dots,n_i} \begin{cases} r_j, & \text{if } N_{ij} > 0, \\ 0, & \text{if } N_{ij} = 0, \end{cases} \quad (4)$$

де r_j – значення імовірності невиявлення загрози компонентом j-тої моделі за умови, що він перебуває у працездатному стані;

n_i – кількість моделей компонентів, придатних для охорони і-тої ділянки;

R_i^{zone} – імовірність невиявлення загрози працездатними сповіщувачами і-тої ділянки.

Підставляючи (3) та (4) в (1), отримаємо імовірність R^{sys} невиявлення системою порушника

$$R^{sys} = 1 - F^{sys} + \max_{i=1,\dots,Z} R_i^{zone}. \quad (5)$$

Оцінювання ресурсоємності придбання та монтажу системи з використанням комбінації підходів [5] і [6] можна виконати за формулою

$$C^{sys} = \sum_{i=1}^Z C_i^{zone}, \quad C_i^{zone} = \sum_{j=1}^{n_i} c_j N_{ij}, \quad (6)$$

де c_j – вартість придбання, монтажу та гарантійного обслуговування сповіщувача j-тої моделі; n_i – кількість моделей компонентів, придатних для охорони і-тої ділянки.

Оцінювання ресурсоємності експлуатації СТС за аналогією до теорії масового обслуговування, можна здійснити за формулою середньої імовірності хибних спрацьовувань [1]:

$$Q^{sys} = \frac{1}{Z} \sum_{i=1}^Z Q_i^{zone}, \quad Q_i^{zone} = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} N_{ij} q_j}{\sum_{j=1}^{n_i} N_{ij}}, \quad (7)$$

де q_j – імовірність хибного спрацьовування сповіщувача j-тої моделі; Q_i^{zone} – імовірність хибної тривоги з вини сповіщувача, що знаходиться на i-тій ділянці; N_{ij} – кількість компонентів j-тої моделі, що встановлені для охорони і-тої ділянки; Z – кількість ділянок.

Для оцінювання імовірностей працездатності сповіщувачів p_j , невиявлення порушника r_j та хибної тривоги q_j можна скористатись одним з трьох підходів: (i) статистичні експерименти, (ii) експертне оцінювання або (iii) моделювання.

Межі застосування, переваги і недоліки кожного з цих підходів визначаються доступністю і достовірністю необхідної інформації.

Статистичне оцінювання ймовірностей виконується згідно співвідношення:

$$p_j = \frac{N_0 - N_{fail}}{N_0}, \quad (8)$$

де N_0 – загальна кількість компонентів в експерименті, N_{fail} – кількість пошкоджених компонентів протягом гарантійного терміну, p_j – статистична оцінка ймовірності безвідмовної роботи компонента j -тої моделі.

Проте, застосування даного підходу для оцінювання значень імовірностей p_j вимагає збору даних про тривалість безвідмовної роботи компонентів, що у зв'язку із витратністю і довготривалістю таких експериментів утруднює його використання.

Статистичний підхід успішно застосовується для оцінювання імовірностей r_j та q_j в [3]. Розглянемо розвинутий там підхід детальніше. Користуючись умовними ймовірностями того, що компонент не реагує на k -ту загрозу можна обчислити ймовірність невиявлення загрози компонентом j -тої моделі

$$r_j = \sum_{k>0} P\{Y_j^0 | Y_j^k\},$$

де $P\{Y_j^0 | Y_j^k\}$ – ймовірність того, що компонент j -тої моделі не зреагує на k -ту загрозу.

Ймовірність хибного спрацьовування j -го компонента дорівнює

$$q_j = \sum_{k>0} P\{Y_j^k | Y_j^0\}.$$

Самі умовні ймовірності можна оцінити так:

$$P\{Y_j^0 | Y_j^k\} = \frac{m_{k,j}}{M_{k,j}},$$

де $m_{k,j}$ – загальна кількість неспрацювань сповіщувача j -тої моделі на k -ту загрозу,

$M_{k,j}$ – загальна кількість експериментів з сповіщувачем j -тої моделі на виявлення k -тої загрози.

Частина виробників компонентів надають експертні дані про імовірність виявлення загроз тим чи іншим компонентом. Згідно цих даних, величина імовірності невиявлення загрози r_j переважної їх більшості не перевищує 0.1. Крім того, слід зауважити, що ні статистичний ні експертний підходи не спроможні пояснити залежність виявлення загроз компонентом від умов навколошнього середовища.

В цьому випадку доцільно побудувати математичні моделі, які апроксимують значення імовірностей у залежності від температури, тиску чи інших параметрів навколошнього середовища, розглянутих нижче.

Наприклад, для мікрохвильових сповіщувачів імовірності невиявлення загроз r_j і хибних спрацьовувань q_j суттєво залежать від діапазону допустимих температур

функціонування компонентів та ширини пучка променів (рисунок 1), утворюваного передавачем і прийнятого приймачем. Характеристика ширини пучка променів задається діаметром утворюваного ними еліпса у метрах. Характеристики нижніх і верхніх меж діапазону робочих температур подається фірмами-виробниками у градусах Цельсія.

Значення цих характеристик, на відміну від оцінок імовірності виявлення, суттєво відрізняються у компонентах різних виробників і різного принципу дії. Збільшення відстані між передавачем і приймачем неодмінно призведе до розширення пучка променів. Виходячи з цього, дані характеристики можуть бути кращим підґрунтям для оцінювання імовірнісних характеристик сповіщувачів в різних умовах, порівняно із конкретним значенням імовірності виявлення порушника, яке задекларував виробник.

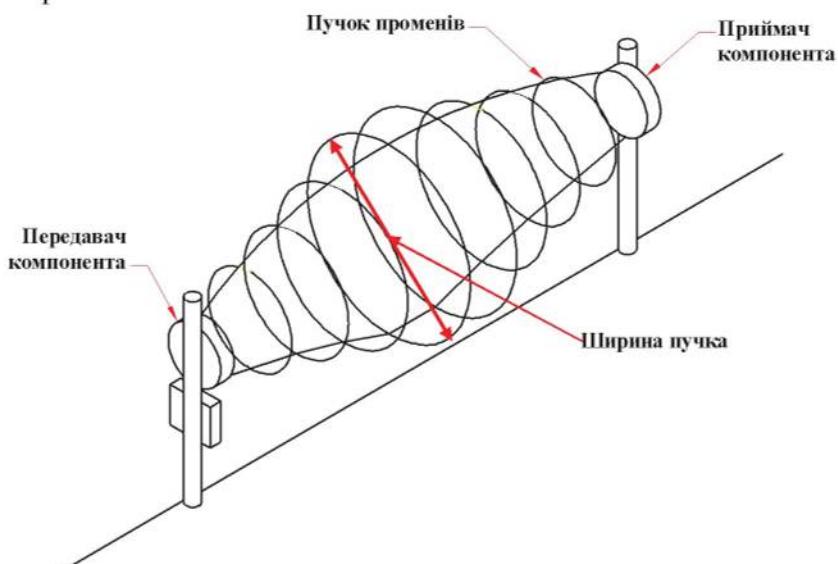


Рисунок 1 – Пучок променів між передавачем і приймачем для виявлення загроз

Наближення температури середовища до крайніх меж робочого діапазону температур компонента може призвести до зміни параметрів напівпровіднико-кових радіоелементів, з яких він складається, що може спричинити підвищення імовірностей невиявлення загроз і хибних тривог.

З використанням формули статистичного нормування виборок можна прошkalювати значення ширини пучка променів для усіх відомих компонентів відносно їхнього мінімального і максимального значень

$$E_j = \frac{f_j - f_{\min}}{f_{\max} - f_{\min}},$$

де f_j – значення ширини пучка для j -го компонента, f_{\min} , f_{\max} – мінімальне і максимальне значення ширини пучка по множині всіх компонентів.

Відомо, що більша ширина пучка призводить до зростання частоти хибних спрацьовувань, те саме стосується і наближення температури середовища до екстремально високої або низької. Звідси можна припустити, що модельна залежність імовірності хибної тривоги j -го компонента має вигляд

$$q_j(T) = q_{\min} + E_j q_{width} + \mu_q(T) q_{temperature},$$

де q_{\min} – найменша можлива імовірність хибного спрацьовування, можлива в

умовах оптимальної температури середовища ($T = T_{opt}$) і найменшої ширини пучка променів ($E_j = 0$);

E_j – нормоване значення ширини пучка j -го компонента,

q_{width} – складова ймовірності хибного спрацьовування, що може бути досягнута при найбільшій ширині пучка,

$\mu_q(T)$ – деяка функція, що описує залежність впливу другої складової ймовірності хибної тривоги ($q_{temperature}$) від температури середовища T .

Для функції ймовірності невиявлення загроз ширший пучок зменшує ймовірність невиявлення. Таким чином дана ймовірність обчислюється за формулою:

$$r_j(T) = r_{min} + (1 - E_j)r_{width} + \mu_r(T)r_{temperature},$$

де r_{min} – найменша можлива ймовірність невиявлення загрози, що досягається в умовах оптимальної температури середовища ($T = T_{opt}$) і найбільшої ширини пучка променів ($E_j = 1$);

E_j – нормоване значення ширини пучка j -го компонента,

r_{width} – складова ймовірності невиявлення загрози, що може бути досягнута при найменшій ширині пучка,

$\mu_r(T)$ – деяка функція, що описує залежність впливу другої складової ймовірності невиявлення ($r_{temperature}$) від температури середовища T .

Функції $\mu_q(T)$ та $\mu_r(T)$ у випадку обмеженості експериментальних чи експертних даних можна наблизити залежностями трикутної форми, графіки яких наведені на рисунку 2. Проте їхній вигляд можна додатково уточнювати появою нових статистичних спостережень функціонування компонента в тих чи інших температурних умовах або методом експертного оцінювання.

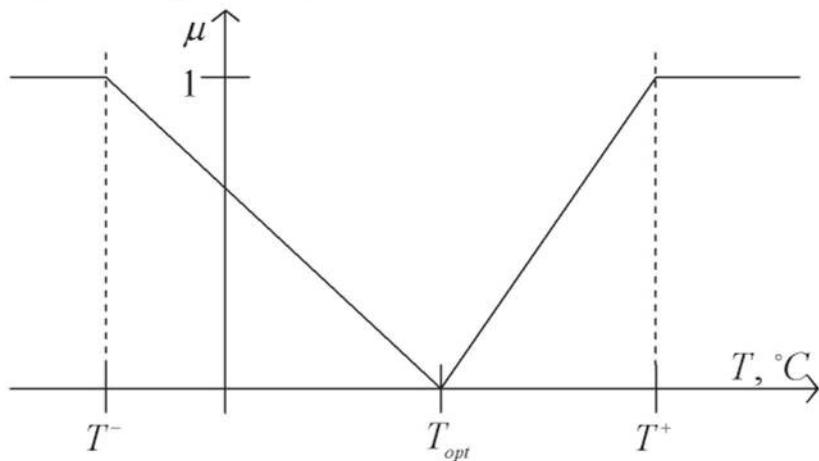


Рисунок 2 – Функція для моделювання залежностей ймовірностей невиявлення загроз і хибних спрацьовувань від температури середовища

Користуючи розробленими функціонально-вартісними показниками (5), (6) та (7) задачу їх оптимізації можна представити у наступному виді

$$(Q_{sys}(\vec{N}), R_{sys}(\vec{N}), C_{sys}(\vec{N})) \xrightarrow{\vec{N}} \min, \quad (9)$$

при виконанні умов покриття периметру території областями дії сповіщувачів

$$\begin{cases} L_1 N_{1,1} + L_2 N_{1,2} + \dots + L_n N_{1,n} \geq S_1, \\ L_1 N_{2,1} + L_2 N_{2,2} + \dots + L_n N_{2,n} \geq S_2, \\ \vdots \quad \vdots \quad \vdots \\ L_1 N_{Z,1} + L_2 N_{Z,2} + \dots + L_n N_{Z,n} \geq S_Z, \end{cases} \quad (10)$$

де \vec{N} – матриця (2), що представлена стрічкою

$$\vec{N} = (N_{1,1}, N_{1,2} \dots N_{Z,n}) \quad (11)$$

S_i – протяжність i -тої ділянки периметру; L_j – область дії компонента j -тої моделі.

Отже, в роботі обґрунтовано вибір характеристик компонентів СТС та їх розподіл на групи обмежень, ефективності та ресурсоємності. Описано підходи для оцінювання імовірностей працездатності, хибної тривоги і невиявлення загрози, а також їхні переваги, недоліки та межі застосування. Виведено формули обчислення даних характеристик для СТС в цілому, що дозволило побудувати функції мети, необхідні при розв'язку задач розробки СТС. Отримані на їх основі числові значення характеристик систем дозволяють порівняти оптимальність розв'язків цих задач.

Розв'язання задачі (9)–(10) може бути здійснене різними методами дискретного програмування: повним перебором, випадковим пошуком, евристиками, методами віток і границь, динамічного програмування, еволюційними методами (генетичними алгоритмами і алгоритмами мурашиної колонії).

Крім того, оскільки задача є багатокритеріальною, то при її розв'язанні потрібно використати один із прийомів обробки векторної функції мети (9): агрегування (лінійна згортка), метод послідовних уступок або метод Парето-множин.

Висновок. Аналіз ринку систем тривожної сигналізації показав, що переважна частина СТС спроектована за шаблонами і мало враховує специфіку периметру території, вимоги споживача та нову елементну базу. Запропоновано шляхи подолання цих недоліків шляхом створення комп'ютерної системи підтримки процесу розробки систем тривожної сигналізації та вдосконаленням компонентів.

Перелік використаних джерел

- ДСТУ IEC 60839-1-1-2001. Системи тривожної сигналізації. Частина 1. Загальні вимоги. Розділ 1. Загальні принципи. Держстандарт України, Київ. 2002. – 18 с.
- Биковий П. Застосування генетичних алгоритмів для оптимізації дистрибутивних систем технічної безпеки / П.Биковий // Матеріали ІХ Міжнародної конференції “Контроль і управління в складних системах (КУСС-2008)”. – Вінниця: Вінницький національний технічний університет, 2008. – С.6.
- Биковий П.Є. Багатокритеріальний синтез систем безпеки периметру території в умовах невизначеного впливу завад / П. Є. Биковий, Ю. Р. Піговський // Труди XI міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та електронні технології». – Одеса, 2010. – Т.1. – С. 88.
- Звежинский С. С. Классификации, особенности и информационно-измерительные модели средств обнаружения / С. С. Звежинский, В. А. Иванов, В. А. Рудниченко // Специальная техника. – М. – № 6. – 2007. – с. 26-33.

