

УДК 004

К. Авраменко, магістр гр. КІ-21М-1,4,

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ МІКРОКЛІМАТУ СКЛАДСЬКОГО КОМПЛЕКСУ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи мікроклімату складського комплексу. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи мікроклімату складського комплексу. Об'єктом дослідження є процес мікроклімату складського комплексу. Предметом дослідження є методи мікроклімату складського комплексу. Методи дослідження базуються на методах інтернету речей, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи мікроклімату складського комплексу. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення

комп'ютерна інженерія, мікроклімат, складський комплекс

Постановка проблеми. В Україні, зерно традиційно є стратегічною продукцією. За даними Міністерства агропромислового комплексу, у виробників зерна залишається більше 50% отриманого врожаю. Аналогічні тенденції прогнозуються й у майбутньому. Світова практика так само показує, що в аграрно розвинених державах до 80% урожаю зернових культур зберігається безпосередньо в його виробника. Однак, оснащення наших господарств, незалежно від форм їхньої власності, технологічним устаткуванням для забезпечення якісного післязбирального доведення до кондиції зерна, є вкрай незадовільним. До 70% господарств не мають зерноочисного й сушильного встаткування, що приводить до значних втрат урожаю. Тому в основу створення техніки для післязбиральної обробки зерна необхідно покласти такі напрямки [1]:

– обробка всього зібраного врожаю продовольчого й фуражного зерна на місці виробництва;

– будівництво складських приміщень для зберігання зерна й насіння із повністю укомплектованими засобами механізації вантажно-розвантажувальних операцій.

Таким чином, одним зі шляхів зменшення втрат і підвищення якості зерна, є безумовне забезпечення кожного господарства власним сучасним складським приміщенням для зберігання зерна, у якому існує автоматизована система управління вологістю та температурою. Підсистемою такої системи є мережа датчиків для визначення вологості, з можливістю обробки отриманих значень вологості та реагуванням на її зміну [1-5].

Це дасть можливість зерновиробникам:

– створити власну інфраструктуру якісного збереження врожаю й заощаджувати при цьому до 40-50% енергії на досушуванні й охолодженні зерна;

– зберігання свого зерна у своєму сховищі дозволить зерновласникам незалежно й упевнено розпоряджатися вирощеною продукцією;

– зберігати врожай на власній фермі й не витратити час і засоби на транспортування й простій у чергах на зернозбиральних пунктах;

– не продавати зерно в період збирання, а притримати до часу, коли ціни на нього будуть найбільш сприятливими.

Слід зазначити, що більше 80% енергоносіїв Україна імпортує [6]. Тому усе більше актуальною проблемою є ефективне використання в технологічних процесах

альтернативних джерел енергії. Так як одним з найбільш енергоємних процесів у зерновиробництві є досушування зерна, то розробка й впровадження енергозберігаючих технологій доведення його до кондиції, є найважливішим і сучасним завданням.

В зв'язку з тим, що для досушки зерна необхідно періодично визначати значення вологості то впровадження системи виміру вологості є актуальною та вкрай необхідною мірою підвищення строків зберігання та якості зерна. Але для того, що ця система працювала необхідно розробити відповідне програмне забезпечення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи мікроклімату складського комплексу.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи мікроклімату складського комплексу.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

Огляд існуючих систем мікроклімату складського комплексу.

Дослідження системи мікроклімату складського комплексу.

Програмна реалізація системи мікроклімату складського комплексу.

Об'єктом дослідження є процес мікроклімату складського комплексу.

Предметом дослідження є методи мікроклімату складського комплексу.

Методи дослідження базуються на методах інтернету речей, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу.

Розглянемо більш детально один із затребуваних і актуальних на сьогоднішній день напрямків підрозділу сенсорного контролю – датчики вологості. Основні області застосування: клімат-контроль у промислових, складських і адміністративних приміщеннях, контроль технологічних процесів, екологічних параметрів, метеорологічний контроль і т.д.

Загальний опис

В основі побудови датчиків вологості лежить тришарова конденсаторна структура, що складається із платинових електродів і спеціального термореактивного полімерного ізолятора між ними (рисунок 1). Вся ця структура розміщена на підложці із кремнію, на якій також виконана інтегральна схема нормалізації й посилення сигналу. Через пори у верхньому електроді й завдяки конструктивній негерметичності корпусу датчика досягається рівноважний вміст води в навколишньому повітрі й міжелектродному просторі. Шар термореактивного полімеру, що покриває пористий платиновий електрод зверху, служить гарним захистом чутливого елемента від забруднення пилом, маслами. У той же час такий захист сприяє збільшенню часу відгуку датчика при зміні вологості.

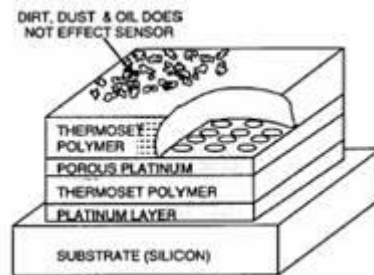


Рисунок 1 – Структура чутливого елемента датчика вологості

Для всіх типів датчиків інтегральна схема формує сигнал, що лінійно змінюється по напрузі, прямо пропорційний напрузі живлення й відносній вологості повітря:

$$V_{out} = V_s (0,0062(\%RH) + 0,16) \quad (1)$$

де V_s – напруга живлення, %RH – відносна вологість при 25 0C.

Справжнє значення вологості при температурі, що змінюється, можна визначити по формулі:

$$RH=(\%RH)/(1,0546-0,00216T) \quad (2)$$

де T – температура в 0 С

Для найбільш точного виміру вологості в датчиках серії НН-3602 у корпус вбудовані датчики температури (рисунок 2).

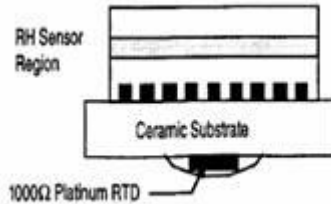


Рисунок 2 – Вбудований датчик температури

Особливості застосування датчиків серії НН-3602

Для роботи в суворих кліматичних умовах і найбільш точного визначення значення вологості поблизу точки роси фірма Honeywell випускає серію НН-3602. Датчики випускаються в корпусі ТО-5, у який вбудований датчик температури, для моделі НН-3602-А це NTC термістор номіналом 100 ком, для НН-3602-С платиновий датчик температури номіналом 1 ком. Можливі ситуації, коли при високому значенні відносної вологості (більше 95%) при зниженні температури можлива конденсація пар води, що спричиняє залипання показань на рівні 100% відносної вологості. Для запобігання цього випадку в датчиках серії НН-3602 передбачений гідрофобний фільтр, виконаний зі спеціально обробленої нержавіючої сталі. Вивести зі сплячого стану також допомагає подача на датчик трохи підвищеної напруги живлення, однак при цьому можливо деякий зсув калібрування на 2:3 %. Сама по собі конденсація й наступний випар вологи не робить впливу на калібрування датчиків.

Основні переваги серії НН-3602

- наявність вбудованого датчика температури
- корпус із гідрофобним фільтром
- кожний датчик постачаний паспортом з індивідуальними даними
- лазерне припасування елементів
- висока стійкість до впливу хімічних речовин (крім пар ацетону або етанолу).

Особливості застосування датчиків серії НН-3610

Датчики серії НН-3610 є самими масовими по виробництву й застосуванню в схемах до яких не пред'являються особливі вимоги по точності виміру на граничній вологості (більше 95%). Датчики виготовлені в SIP корпусі, причому моделі НН-3610-001(3) мають формовані виводи із кроком 2,54 мм, у моделей НН-3610-002(4) крок між виводами 1,27 мм. Також датчики серій НН-3610-003(4) поставляються з індивідуальними паспортними даними. Вихідний сигнал (напруга) з датчика прямо пропорційний напрузі живлення й відносній вологості повітря.

До переваг даної серії можна віднести:

- високу точність, компактність габаритів;
- простоту у використанні;
- мале енергоспоживання;
- малий час відгуку;
- можливість проведення вимірів у широкому діапазоні тисків.

Недоліки:

- світлочутливі, вимагають екранування від яскравого світла.

Вимірювач вологості та температури ІВТМ

Прилад ІВТМ складається із блоку виміру, керування й індикації (БРІУ) і первинних перетворювачів. До приладу може підключатися IBM PC-сумісний комп'ютер із принтером. Конструктивно блок керування виконується в пластмасовому або металевому корпусах. Первинний перетворювач також виконується в пластмасовому або металевому корпусі залежно від обраної моделі й складається з вимірювальної камери, у якій розташовуються сенсори й корпуси, у якому розташовується схема попередньої обробки сигналів.

Для виміру вологості використовуються сорбційно-смісні мікроелектронні сенсори. Для виміру температури в приладі застосовані сенсори резистивного типу. Сигнал від сенсорів обох типів перетворюється в частотний сигнал за допомогою первинних перетворювачів.

Опис схеми перетворювача ПВТ-03

Перетворювач виконаний за схемою RC-генератора на таймері типу 555. У якості R елемента в каналі температури використовується терморезистор, а в якості C-елемента каналу вологості використовується ємнісний сенсор вологості.

Підключення датчиків до таймера виробляється за допомогою електронного комутатора. Крім вимірювальних елементів комутатор робить підключення до таймера зразкових RC-елементів (як зразкові елементи застосовуються термостабільні резистори й конденсатори). Застосування подібної вимірювальної схеми дозволяє робити автокомпенсацію перетворювача при зміні температури навколишнього середовища. Керування комутатором, підрахунок частоти з таймера, обчислення температури й вологості здійснюється логічним блоком перетворювача, виконаним на базі PIC-контролера. По програмі, закладеній в мікроконтролері, здійснюється вимір частоти від сенсорів, зразкових елементів і обчислення значень температури й вологості по індивідуальних калібруваннях, що перебуває в пам'яті обчислювального пристрою перетворювача. Обчислені значення параметрів вологості й температури в послідовному цифровому коді надходять на вихідний пристрій.

Живлення перетворювача здійснюється постійним струмом з напругою від 6 до 9В. Живлення складових частин перетворювача здійснюється за допомогою внутрішнього стабілізатора 5В. Вихідний пристрій необхідно для передачі даних про обмірювані значення в приладі. Передача даних здійснюється по напівдуплексному каналі диференціальним методом. Застосування даного способу передачі дозволяє перетворювачу працювати на довгих лініях при великому рівні електромагнітних перешкод. Відстань, на якій стійко працює перетворювач, становить не менш 300 метрів.

Опис БРІУ

БРІУ виконаний у вигляді мікропроцесорної системи. Він призначений для роботи з перетворювачем вологості й температури типу ПВТ-03 і його модифікаціями. До приладу може бути підключене до 8 перетворювачів ПВТ-03. Перетворювачі підключаються до приладу в будь-якому порядку і є взаємозамінними з перетворювачами свого типу. Прилад може бути пов'язаний з комп'ютером по послідовному каналу зв'язку з інтерфейсом RS-232 або RS-485. До приладу може бути підключений блок реле. У приладі передбачений аналоговий вихід.

Робота БРІУ визначається програмою, записаною в постійній запам'ятовувальній пристрій. Внутрішні змінні, а також константи калібрування й інші оперативні параметри (при необхідності) зберігаються в FLASH-пам'яті, що є енергонезалежною й зберігає інформацію при відключеному живленні протягом усього терміну служби приладу. Одним з режимів приладу є режим нагромадження даних. У даному режимі прилад із заданою періодичністю записує дані про обмірювані значення вологості й температури із прив'язкою до реального часу. Інформація зберігається в спеціальній енергонезалежній пам'яті реєстрації. Мінімальний обсяг пам'яті 32 Кб (максимальний 192 Кб), що дозволяє восьмиканальному приладу запам'ятати до 455 (2730) відрахунків інформації. Установка внутрішніх годинників приладу, періодичності запам'ятовування даних і їхній перегляд здійснюються за допомогою комп'ютера.

БРІУ робить послідовне опитування перетворювачів, і дані про температуру й вологість, обмірювані й розраховані в кожному перетворювачі, відображаються на індикаторі приладу. У тому випадку якщо один або обидва параметри в каналі замасковані, замість значень температури й вологості виводяться символи ---і-. При перевищенні встановленого порога для даного каналу БРІУ видає звуковий сигнал і виводить номер каналу, у якому виявлений вихід за поріг, на індикатор.

Роз'єм RS232/RS485 призначений для підключення до комп'ютера по інтерфейсу RS232 і об'єднанню приладів у мережу по інтерфейсу RS485.

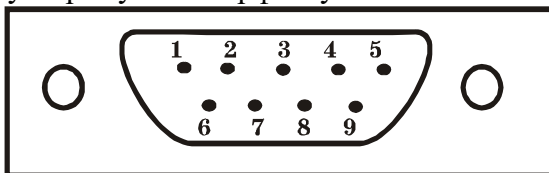


Рисунок 3 – Вид вилки з боку монтажу.

- | | |
|---------------------------|------------------------------------|
| 1 – сигнал А лінії RS485 | 4, 6, 7, 8 – не використовуються |
| 2 – сигнал Rx лінії RS232 | 5 – загальний (земля) RS232, RS485 |
| 3 – сигнал Tx лінії RS232 | 9 – сигнал У лінії RS485 |

Роз'єм "ЛІНІЇ КЕРУВАННЯ" для підключення блоку реле призначені для підключення 16-ти каналного блоку реле. У розніманні з маркуванням "Лінії керування 0-F" роз'єм № 1 відповідає лінії керування 0, роз'єм № 2 відповідає лінії керування 1 і так далі до роз'єм № 16, що відповідає лінії F. Роз'єм з № 17 по 25 загальний (-).

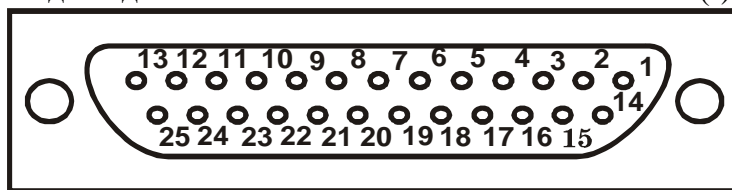


Рисунок 4 – Вид розетки для підключення блоку реле з боку монтажу

Аналоговий вихід. При перевищенні максимальних значень вологості й температури або відсутності імпульсів у відповідних каналах вихідний струм залишається рівним максимальному.

При зниженні вологості або температури нижче мінімального значення вихідний струм дорівнює нулю. При маскуванні каналів вологості й температури вихідний струм може приймати довільне значення в межах діапазону його зміни. У режимах настроювання приладу вихідний струм залишається рівним останньому обмірюваному значенню. Вихідний сигнал – струм прямо пропорційний вимірюваній відносній вологості й температурі й може змінюватися залежно від замовлення в межах від 0 до 20, від 4 до 20 і від 0 до 5 мА. Значення вологості й температури розраховуються по формулах:

$$H = (I_h - I_{min}) \frac{(H_{max} - H_{min})}{(I_{max} - I_{min})} + H_{min}, \% \quad (3)$$

$$T = (I_t - I_{min}) \frac{(T_{max} - T_{min})}{(I_{max} - I_{min})} + T_{min}, \text{oc} \quad (4)$$

де I_h – значення струму, що відповідає вимірюваній вологості, I_{min} – мінімальне значення вихідного струму, I_{max} – максимальне значення вихідного струму, H_{min} – мінімальне значення вологості, H_{max} – максимальне значення вологості, I_t – значення струму, що відповідає вимірюваній температурі, T_{min} – мінімальне значення температури, T_{max} – максимальне значення температури. I_{min} , I_{max} , H_{min} , H_{max} , T_{min} , T_{max} – параметри аналогового виходу, що задаються при замовленні.

Опис багатоканальної системи визначення вологості

Запропонована в проекті система, можлива для реалізації в трьох різних варіантах:

- Багатоканальна система контролю й керування вологістю й температурою.
- Вимірвальна мережа зі збором інформації на FLASH-card.
- Вимірвальна мережа з передачею інформації через GPRS.

Розглянемо їх докладніше.

Багатоканальна система контролю й керування вологістю й температурою

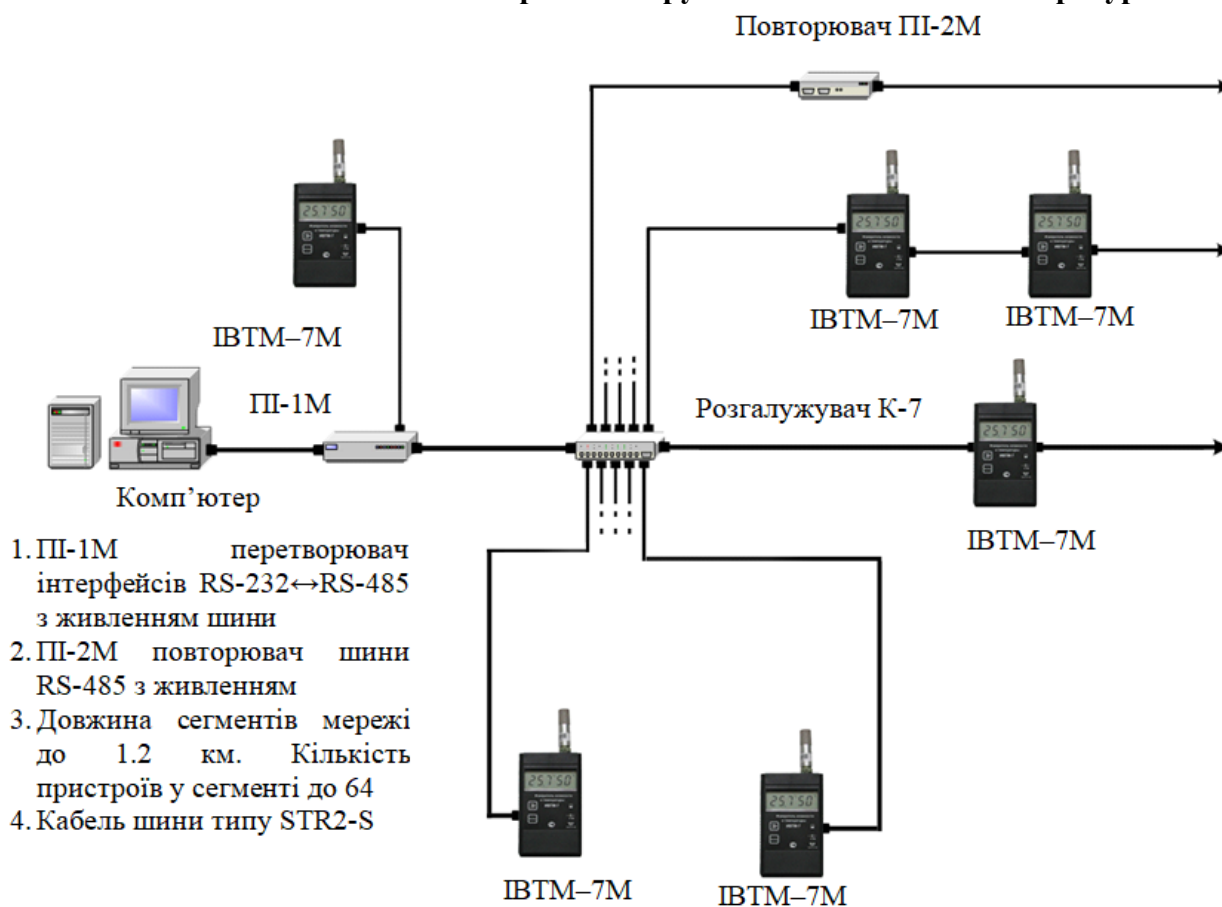


Рисунок 5 – Багатоканальна система контролю й управління мікрокліматом

Багатоканальна система контролю й управління мікроклімату. Призначена для контролю (і керування) температурою й відносною вологістю на різних, вилучених друг від друга об'єктах.

У систему можуть поєднуватися прилади IBTM-7 МК-3, IBTM-7 МК-3-М, IBTM-7 Р-МК, IBTM-7 Р-МК-М, IBTM-7/8 Р-МК, які призначені для виміру вологості й температури в складському приміщенні. Як допоміжні пристрої в системі, при необхідності, використовуються перетворювачі інтерфейсу ПІ-1, ПІ-2, комутатор RS-232, і адаптери. Інформація від всіх приладів виводиться на комп'ютер. З нього ж може здійснюватися керування приладами, що мають функцію регулювання. Для роботи із системою використовується комп'ютерна програма. Діапазон виміру відносної вологості 0...99%, температури -20...+60 ОС (-50...+150 ОС по спеціальному замовленню). Прилад має можливість підключення до комп'ютера по інтерфейсу RS232 і RS485.

Вимірвальна мережа зі збором інформації на FLASH-card

Можливості мережі

- До складу мережі можуть входити будь-які портативні й мережні одно- і багатоканальні прилади, що підтримують інтерфейс RS-485 (або інтерфейс RS-232 з зовнішнім перетворювачем інтерфейсу ПІ-7). Кількість приладів у мережі обмежується параметрами інтерфейсу RS-485 (64 приладів в мережі без додаткових підсилювачів).

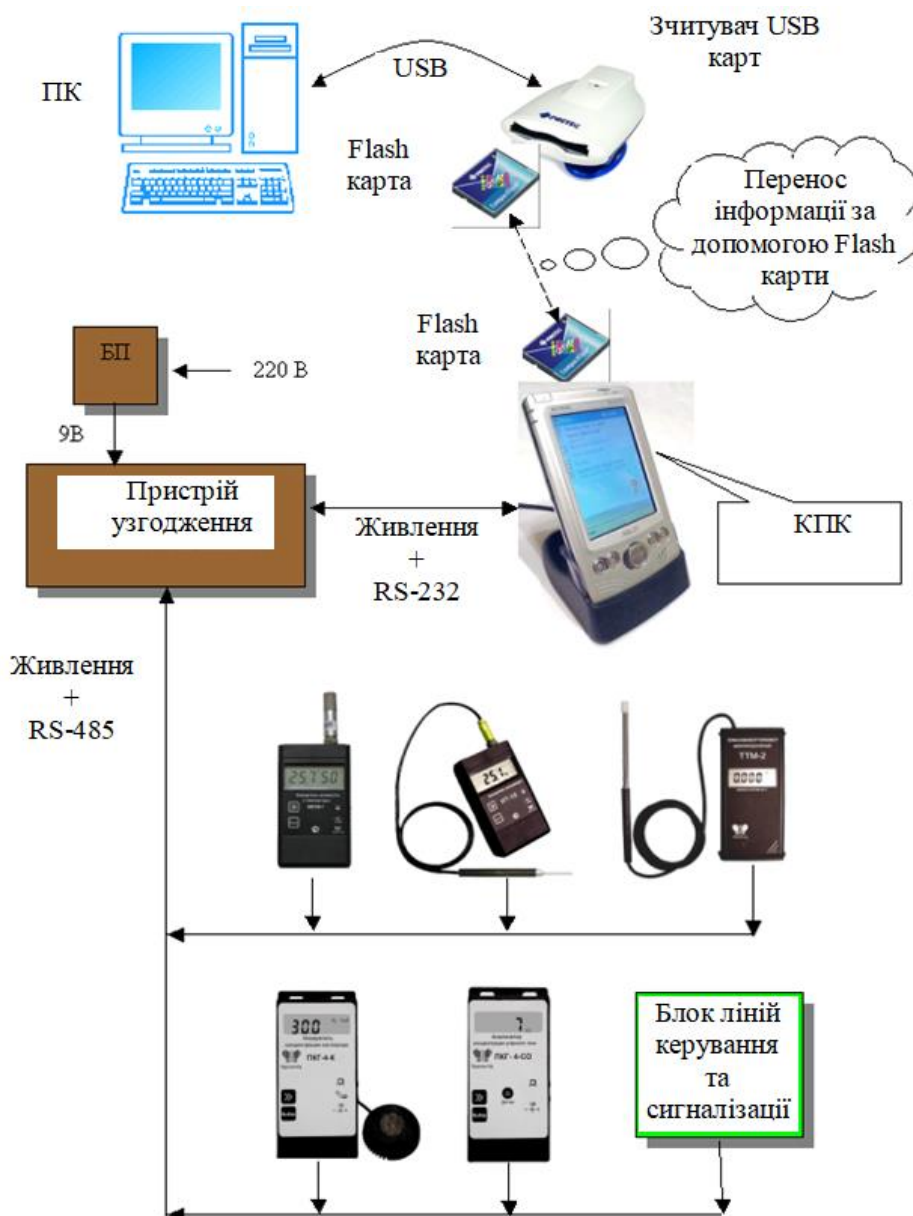


Рисунок 6 – Вимірювальна мережа зі збором інформації на FLASH-карту

- У вимірювальну мережу можуть входити також виконавчі пристрої (блоки реле й т.д)

- Збір інформації здійснюється КПК, що підключається до вимірювальної мережі через спеціальний пристрій узгодження. Для КПК написано спеціальне програмне забезпечення.

- Програма на КПК здійснює функції сервера, надаючи клієнтам інформацію, зчитувальну із приладів, по запиту із глобальної мережі Інтернет. Доступ серверної частини в Інтернет організується за допомогою встановлюваного в КПК модуля GPRS через операторів мобільного зв'язку GSM, що підтримують цей сервіс. ПЗ дозволяє відслідковувати стан зв'язку й при її обриві автоматично відновлювати з'єднання. Реалізовано функцію реєстрації на сервері динамічної IP адреси, виділюваного КПК у момент з'єднання, що дозволяє підтримувати постійний зв'язок між клієнтами й сервером.

- Для ПК написана спеціальна програма-клієнт, що дозволяє шляхом запиту через мережу Інтернет одержати доступ з будь-якої точки миру до інформації, зчитувальної КПК. Клієнтське ПЗ також підтримує технологію реєстрації на сервері динамічного IP адреси, надаваного КПК.

Вимірювальна мережа з передачею інформації через GPRS

Можливості мережі

- До складу мережі можуть входити будь-які портативні й мережні одно- і багатоканальні прилади, що підтримують інтерфейс RS-485 (або інтерфейс RS-232 с зовнішнім перетворювачем інтерфейсу ПІ-7). Кількість приладів у мережі обмежується параметрами інтерфейсу RS-485 (64 приладів в мережі без додаткових підсилювачів).
- У вимірювальну мережу можуть входити також виконавчі пристрої (блоки реле й т.д)

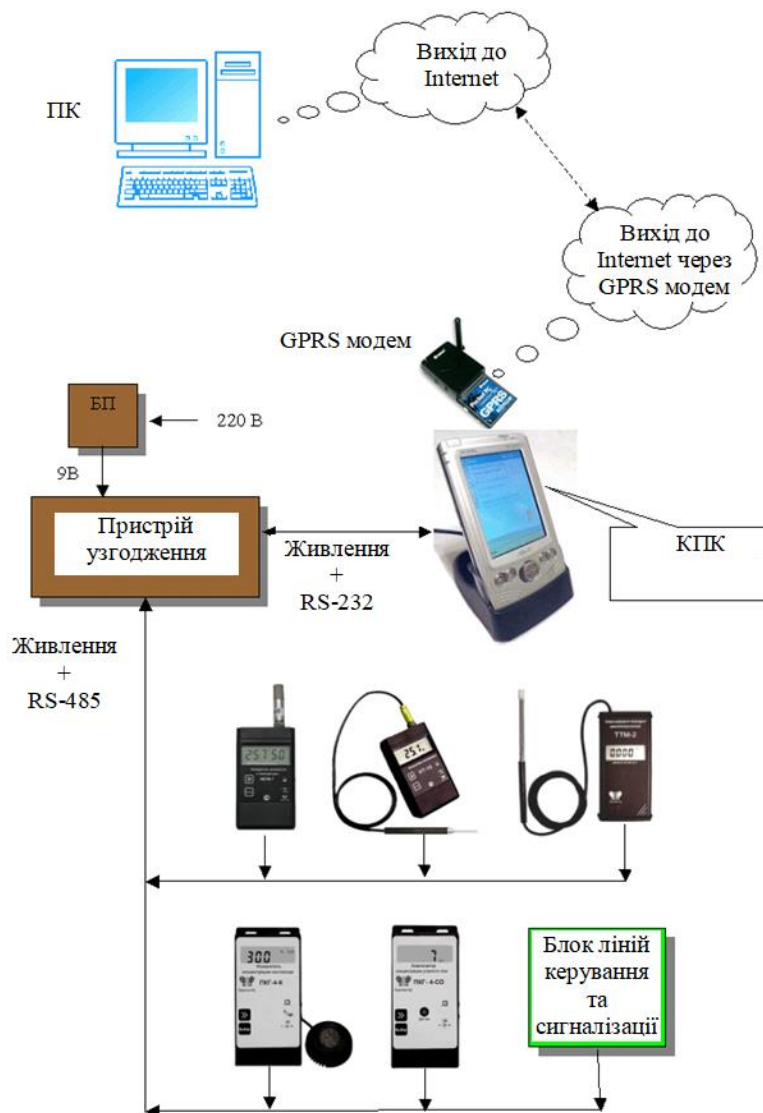


Рисунок 7 – Вимірювальна мережа з передачею інформації через GPRS

- Збір інформації здійснюється KPK, що підключається до вимірювальної мережі через спеціальний пристрій узгодження. Для KPK написане спеціальне програмне забезпечення.

- Програма на KPK здійснює функції сервера, надаючи клієнтам інформацію, зчитувальну із приладів, по запиту із глобальної мережі Інтернет. Доступ серверної частини в Інтернет організується за допомогою встановлюваного в KPK модуля GPRS через операторів мобільного зв'язку GSM, що підтримують цей сервіс. ПЗ дозволяє відслідковувати стан зв'язку й при її обриві автоматично відновлювати з'єднання. Реалізовано функцію реєстрації на сервері динамічної IP адреси, виділюваного KPK у момент з'єднання, що дозволяє підтримувати постійний зв'язок між клієнтами й сервером.

- Для ПК написана спеціальна програма-клієнт, що дозволяє шляхом запиту через мережу Інтернет одержати доступ з будь-якої точки миру до інформації, зчитувальної KPK.

Клієнтська ПЗ також підтримує технологію реєстрації на сервері динамічного IP адреси, надаваного КПК.

Розробка структурної схеми

Розглянемо розроблену структурну схему (рисунок 8.) з об'єкту спостереження до кінцевої точки оператора.

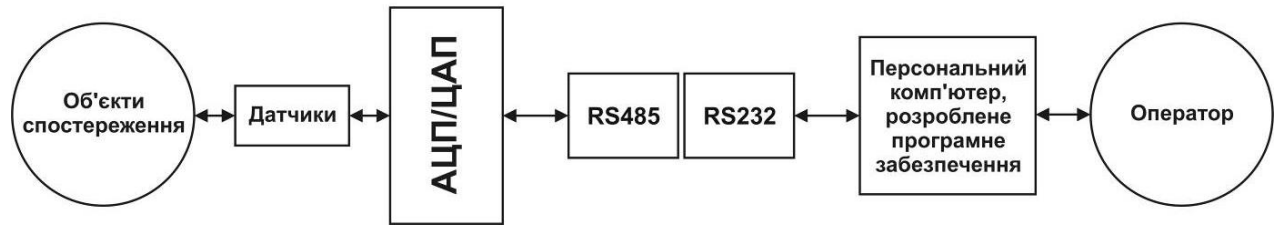


Рисунок 8 – Структурна схема системи

Взаємодія оператора з об'єктами спостереження в системі мікроклімату складського комплексу відбувається за наступною схемою Спочатку у складському приміщенні у відповідних бункерах встановлюються датчики вимірювання вологості в залежності від моделі бункера зберігання використовуються різні датчики в нашому випадку це RKF/A далі за допомогою 32 каналного АЦП/ЦАП дані обробляються та за допомогою перетворювача інтерфейсів з RS485 – RS232 відбувається взаємодія з персональним комп'ютером та розробленим програмним забезпеченням яким керує оператор.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів мікроклімату складського комплексу. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем мікроклімату складського комплексу; Досліджена система мікроклімату складського комплексу; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи мікроклімату складського комплексу; Розроблені під час виконання роботи алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання мікроклімату складського комплексу; Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Коваленко А.С. Анализ эффективности использования экспертной системы технической диагностики с традиционной структурой / А.С. Коваленко, А.А. Смирнов, А.В. Коваленко // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХУПС, 2014. – № 2(38). – С. 106-108.
2. Коваленко А.С. Разработка структуры экспертной системы технической диагностики интегрированной информационной системы / А.С. Коваленко, А.А. Смирнов, А.В. Коваленко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – Харків: ХУПС, 2014. – № 2(15). – С.154-157.
3. Коваленко А.С. Разработка структуры экспертной системы технической диагностики интегрированной информационной системы / А.С. Коваленко, А.А. Смирнов, А.В. Коваленко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – Харків: ХУПС, 2014. – № 2(15). – С.154-157.
4. Коваленко А.С. Структура системи технічної діагностики інтегрованих інформаційних систем / А.С. Коваленко, О.А. Смірнов, О.В. Коваленко // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету / техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград: Вид-во КНТУ, 2014. – Вип. 27. – С. 245-251.
5. Коваленко А.С. Дослідження будови інтегрованої інформаційної системи та її елементів / А.С. Коваленко, О.А. Смірнов, О.В. Коваленко // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХУПС, 2014. – № 4(40). – С. 85-88.
6. Коваленко А.С. Розробка структури бази даних для обліку технічного стану елементів інтегрованої інформаційної системи з урахуванням вимог споживачів інформації / А.С. Коваленко, О.А. Смірнов, О.В. Коваленко // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2015. – Вип. 1(126). – С. 75-79.
7. Коваленко А.С. Обґрунтування набору даних для оцінки технічного стану інтегрованої інформаційної системи / А.С. Коваленко, О.А. Смірнов, О.В. Коваленко // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Харків: ХУПС, 2015. – Вип. 1(42). – С.39-41.

8. Коваленко А.С. Експертна система технічного діагностування інтегрованої інформаційної системи / А.С. Коваленко, О.А. Смірнов, О.В. Коваленко // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХУПС, 2015. – № 1(41). – С. 106-111.
9. Коваленко А.С. Удосконалення методу технічного обслуговування об'єктів інтегрованої інформаційної системи / А.С. Коваленко, О.А. Смірнов, О.В. Коваленко, О.П. Доренський // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХУПС, 2016. – № 2(46). – С. 109-114.
10. Коваленко А.С. Метод визначення оптимального комплексу робіт з відновлення працездатності інтегрованої системи технічної діагностики в умовах ресурсних обмежень / А.С. Коваленко // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2016. – Вип. 3(140). – С. 69-72.
11. Kovalenko A.S. Information model and its element for displaying information on technical condition of objects of integrated information system / A.S. Kovalenko, A.A. Smirnov, A.V. Kovalenko, A.P. Dorensky // International Journal of Computational Engineering Research (IJCER). – India: Delhi, 2016. – Volume 6, Issue 1. – P. 21-27.
12. Кожанова А.С. Система технічної діагностики інтегрованих інформаційних систем – обґрунтування необхідності створення, визначення понятійного апарату та напрямів досліджень / А.С. Кожанова, О.А. Смірнов, М.П. Савченко, Д.М. Ізосімов, В.В. Мороз // Створення та модернізація озброєння і військової техніки в сучасних умовах: Тринадцята наук.-техн. конф., 5-6 вер. 2013 р., м. Феодосія: тези доп. – Феодосія: ДНВЦ, 2013. – С. 187-188.
13. Кожанова А.С. Визначення основних напрямків досліджень щодо створення системи технічної діагностики інтегрованих інформаційних систем / А.С. Кожанова, О.А. Смірнов, А.В. Челпанов // Проблемні питання розвитку озброєння та військової техніки Збройних Сил України: IV наук.-техн. конф., 16-20 груд. 2013 р., м. Київ: зб. тез. – Київ: ЦНДІ ОВТ ЗСУ, 2013. – С. 293.
14. Коваленко А.С. Обґрунтування необхідності створення систем технічної діагностики інтегрованих інформаційних систем / А.С. Коваленко, О.А. Смірнов, О.В. Коваленко // Інформатика та системні науки : V Всеукр. наук.-практ. конф., 13–15 бер. 2014 р., м. Полтава : зб. тез. – Полтава: ПУЕТ, 2014. – С. 292-294.
15. Коваленко А.С. Задачі розпознавання ситуацій в системах організаційної стратегії інтеграції виробництва і операцій / А.С. Коваленко, А.В. Коваленко // Комбінаторні конфігурації та їх застосування: XVI міжнар. наук.-практ. сем., 11-12 квіт. 2014 р., м. Кіровоград: зб. тез. – Кіровоград: КНТУ, 2014. – С. 53-55.
16. Коваленко А.С. Створення систем технічної діагностики для автоматизації процесів керування в інтегрованих інформаційних системах / А.С. Коваленко, О.А. Смірнов, О.В. Коваленко // Проблеми і перспективи розвитку ІТ-індустрії: VI між нар. наук.-практ. конф., 17-18 квіт. 2014 р., м. Харків: зб. тез. – Харків: ХНЕУ, 2014. – С. 241.
17. Коваленко А.С. Визначення понятійного апарату та напрямів досліджень для синтезу систем технічної діагностики інтегрованих інформаційних систем / А.С. Коваленко, О.А. Смірнов, О.В. Коваленко // Комп'ютерне моделювання у наукоємних технологіях (КМНТ-2014): наук.-техн. конф. з міжнар. участю, 28-31 трав. 2014 р., м. Харків: зб. наук. праць. – Харків: ХНУ, 2014. – С. 190-193.
18. Коваленко А.С. Основні складові та функції системи технічної діагностики інтегрованих інформаційних систем / Коваленко А.С. // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія: наук.-практ. конф., 4 груд. 2014 р., м. Кіровоград: зб. тез доп. – Кіровоград: КНТУ, 2014. – С. 236.
19. Коваленко А.С. Розробка структури бази даних інтегрованої інформаційної системи / А.С. Коваленко, О.А. Смірнов, О.В. Коваленко // Проблеми і перспективи розвитку ІТ-індустрії: VII міжнар. наук.-практ. конф., 17-18 квіт. 2015 р., м. Харків: зб. тез. – Харків: ХНЕУ, 2015. – С. 15.
20. Коваленко А.С. Дослідження елементів інтегрованої інформаційної системи / А.С. Коваленко, О.А. Смірнов, О.В. Коваленко // Комбінаторні конфігурації та їх застосування: XVII між нар. наук.-практ. сем., 17-18 квіт. 2015 р., м. Кіровоград: зб. тез – Кіровоград: КНТУ, 2015. – С. 5.