

А.Г. Ступак, аспірант
Ю.О. Подчашинський, д.т.н., проф.
Л.О. Чепюк, к.т.н., доц.
Державний університет «Житомирська політехніка»

СТИСНЕННЯ ВІДЕОЗОБРАЖЕНЬ З ВИМІРЮВАЛЬНОЮ ІНФОРМАЦІЄЮ НА ОСНОВІ КОДУВАННЯ З ПЕРЕТВОРЕННЯМ

Кодуванням з перетворенням називається процедура, при якій відеосигнал, що утримується за допомогою ІКМ до передачі піддається деякому оборотному перетворенню з послідовним квантуванням і кодуванням. Метою перетворення являється те, що усі “важливі” коефіцієнти зосереджуються у визначеній зоні. Менш значимі коефіцієнти перетвореного зображення відкидаються. Тим самим зменшується об’єм вихідного зображення. Коефіцієнт стиснення залежить від числа збережених коефіцієнтів і може досягати 10. Вхідний сигнал S_z , який представляє собою оцифровані відліки елементів зображення, спочатку розбивається на блоки (фрагменти) розміром $M \times N \times K$. Тут M і N – кількість елементів зображення у рядку і стовпці відповідно, а K – кількість кадрів зображень. Для нерухомих зображень $K = 1$.

Кодування на основі перетворення радикально відрізняється від класичних методів кодування, таких, як ІКМ, кодування з попередженням або інтерполяцією, що застосовуються безпосередньо до відеосигналу. Кодування на основі перетворення – непрямий метод. Зображення піддається унітарному математичному перетворенню; отримані в результаті коефіцієнти перетворення квантуються і кодуються для передачі по каналу зв’язку. Цей метод затвердився як ефективний і практичний засіб кодування одноколірових, кольорових і спектрально-зональних зображень, в тому числі і в телевізійних системах, діючих в реальному масштабі часу.

Структурна схема кодування з перетворенням показана на рис. 1. Двовірному перетворенню піддається усе зображення або його області, що називаються фрагментами. Типовий фрагмент зображення складається із 8×8 , 16×16 або 32×32 відліків, хоча для деяких зображень він може бути збільшений до 256×256 . Вибір такого розміру фрагмента обумовлений тим, що інтервал кореляції у зображеннях не перевищує 8 ... 32 відліків. Одночасно, збільшення розміру фрагмента різко збільшує необхідний об’єм пам’яті, і витрати часу на його обробку.

При стисненні зображень широко застосовується перетворення Фур’є, косинусне і синусне перетворення, перетворення Адамара, Хаара і Карунена-Лоева [1]. В результаті перетворення утворюється некорельований ряд чисел, що називається *трансформантами*. При цьому число відносно великих трансформант незначне, у зв’язку з чим трансформанти можуть бути закодовані набагато ефективніше, ніж інформація про саме повідомлення [2].

Отримані трансформанти поділяються для послідовної обробки. Поділ базується на зональному або граничному принципі. При зональному поділі відбираються лише ті трансформанти, що знаходяться у раніше виділеній зоні (звичайно, в області нижніх просторових частот) і виконують значний вплив на суб’єктивну якість зображення. Точніше виділяються сукупність коефіцієнтів, що займають деякі, раніше відокремлені, фіксовані області спектру, зазвичай, що відповідають низькочастотним складовим. За аналоговими лініями зв’язку передаються значення коефіцієнтів, що потрапили у зону відбору. При передачі по цифровим лініям зв’язку значення відібраних коефіцієнтів квантуються і їм присвоюються кодові комбінації. Число рівнів квантування береться пропорційно дисперсії, що очікується відповідного коефіцієнта.

У випадку граничного поділу відбираються трансформанти, що перевищують деякий граничний рівень. Потім виконується квантування і кодування деяких відібраних трансформант, а інші прирівнюються до нуля. За рахунок відкидання частини трансформант здійснюється стиснення вихідного зображення. Безумовно, що при цьому відбувається викривлення повідомлення, що передається. Тому дуже важливим являється виключення тільки тих трансформант, які мало позначаються на якості відновлюваного зображення. Квантування є відображенням області неперервних коефіцієнтів в область їх цілочисельних значень, які далі перетворюються у кодові слова. Слід звернути увагу, що квантування являється другим джерелом викривлень при стисненні їх зображень, так як це процес необоротного перетворення аналогового джерела у його квантований еквівалент. У деяких схемах стиснення зображень відкидання неіснуючих трансформант відбувається після процесу квантування. У зв’язку з необхідністю повідомляти дані про розташування відібраних коефіцієнтів граничний відбір застосовується тільки для цифрової передачі.

Всі переваги кодування зображень з використанням перетворень виходять з особливостей розподілу енергії серед коефіцієнтів перетворення; завдяки цим особливостям двовірний спектр зображення більш

зручний для кодування, чим зображення у вихідному просторовому уявленні. Внаслідок кореляційних зв'язків між елементами природного зображення енергія його спектра виявляє тенденцію концентруватися у відносно невеликій кількості відліків.

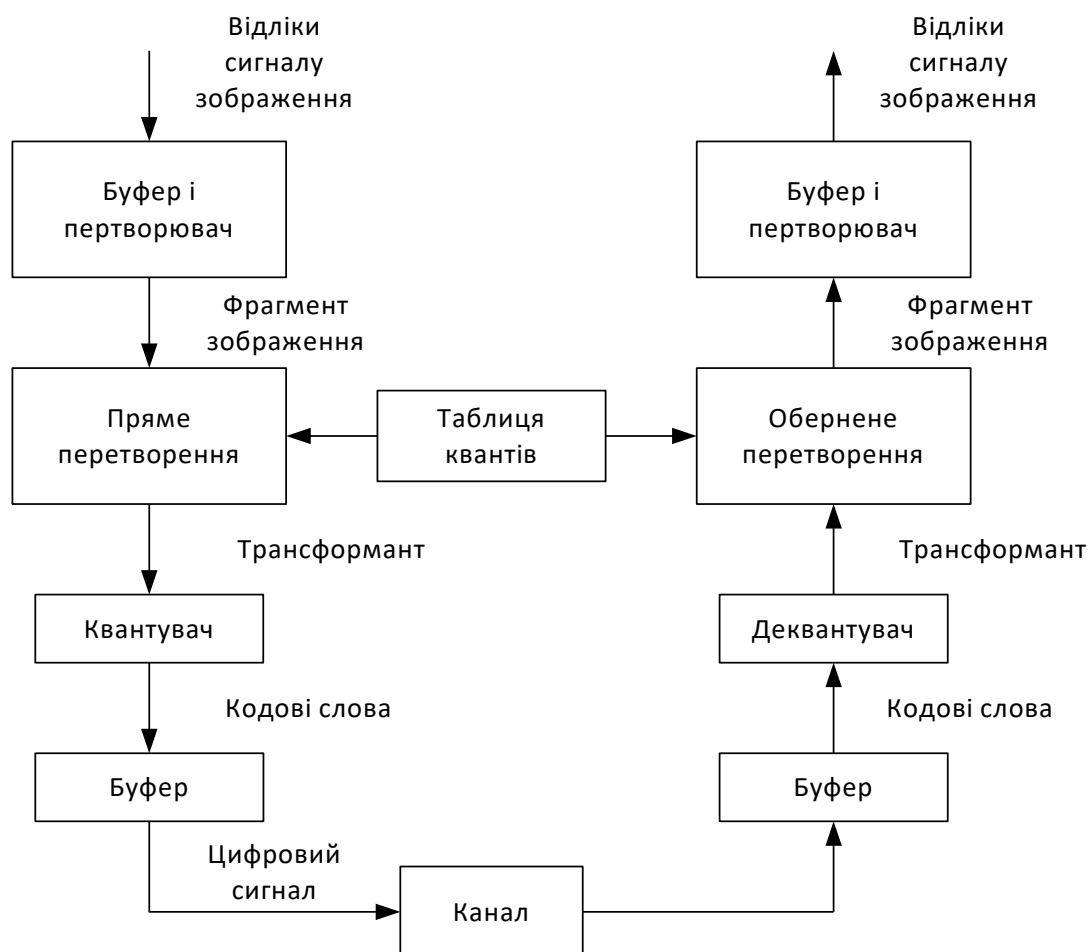


Рис. 1. Структурна схема кодування з перетворенням

Квантування трансформант здійснюється у два етапи:

1. трансформанти нормуються вимірною дисперсією, яка визначається шляхом оцінки великого числа фрагментів;
2. нормовані трансформанти обробляються квантувачем, оптимальним для даної моделі сигналу.

Найкращим способом перетворення сигналів зображення, що забезпечує мінімальну середньоквадратичну похибку, являється перетворення Карунена-Лоева (К-Л). На практиці це перетворення не знайшло застосування у зв'язку з тим, що для його реалізації необхідне знання статичних характеристик ансамблю зображень, що обробляються. Крім того, для цього перетворення немає алгоритму швидкого обчислення. Найбільш близько до перетворення К-Л наближається дискретне косинусне перетворення, що має швидкий алгоритм обчислень [3].

Список використаних джерел:

1. Gonzalez R., Woods R. Digital Image Processing. 4th Edition. Pearson, 2017. – 1192 p.
2. Gimel'farb G., Delmas P. Image Processing and Analysis: A Primer (Primers in Electronics and Computer Science). WSPC (Europe), 2018. 246 p.
3. Подчашинський, Ю. О., Ступак, А. Г., & Чепюк, Л. О. (2024). Аналіз методів стиснення відеозображень з частковою втратою інформації для інформаційно-вимірювальних систем медичного застосування. Технічна інженерія, (2(94), 199–207. [https://doi.org/10.26642/ten-2024-2\(94\)-199-207](https://doi.org/10.26642/ten-2024-2(94)-199-207)

С.О. Товстік, аспірант
Ю.О. Подчашинський, д.т.н., професор
Л.О. Чепук, к.т.н., доцент
Державний університет «Житомирська політехніка»

КУТ НАХИЛУ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ ТА НАПРЯМОК НА СОНЦЕ

Кут нахилу сонячних панелей – це ключовий параметр, що визначає кількість сонячної радіації, яка потрапляє на поверхню фотоелектричних модулів. Він являє собою кут між площиною панелі та горизонтальною поверхнею. Оптимальне значення цього кута залежить від кількох факторів, серед яких: географічна широта місцевості, пора року, мета використання системи [1].

Ефективність сонячної електростанції, як приватної, так і промислової, безпосередньо залежить від правильного вибору кута нахилу та орієнтації (азимуту) сонячних панелей. Ці параметри визначають кількість сонячної енергії, яку панелі отримують протягом року, і, відповідно, обсяг виробленої електроенергії.

Сонячні панелі найбільш ефективно працюють, коли вони спрямовані на сонце та їх поверхня перпендикулярна сонячним променям.

Варіантів збільшити експозицію сонячної батареї прямим сонячним променям лише три:

1. Встановлення сонячних батарей на нерухому конструкцію під оптимальним кутом.
2. Установка на двовісний трекер (поворотну платформу, яка може обертатися за сонцем у двох площинах).
3. Установка на одновісний трекер (платформа може змінювати тільки одну вісь, найчастіше – що відповідає за нахил).

Для максимізації виробництва електроенергії можна використовувати системи стеження за сонцем (трекери), які автоматично змінюють кут нахилу та орієнтацію панелей протягом дня, слідуючи за рухом сонця [1].

Переваги трекерів: значне збільшення виробництва електроенергії (до 20-30% порівняно зі стаціонарними системами), особливо в ранкові та вечірні години, коли сонце знаходиться низько над горизонтом; більш рівномірне виробництво електроенергії протягом дня.

Недоліки трекерів: вища вартість порівняно зі стаціонарними системами; складніша установка та обслуговування; більша площа, необхідна для розміщення, оскільки трекери потребують простору для руху: підвищені вимоги до міцності конструкції для протистояння вітровим та сніговим навантаженням.

Вибір між стаціонарною системою та системою з трекерами залежить від економічної доцільності та конкретних потреб.

Розглянемо перший варіант – нерухома конструкція, або нерухома конструкція зі змінним кутом нахилу.

Сонячні панелі зазвичай розташовуються на даху або підтримуючій конструкції у фіксованому положенні і не можуть стежити за положенням сонця протягом дня. Тому зазвичай сонячні панелі не знаходяться під оптимальним кутом (90 градусів до сонячних променів) протягом усього дня. Кут між горизонтальною площиною та сонячною панеллю зазвичай називають кутом нахилу.

Внаслідок руху Землі навколо Сонця, мають місце також сезонні варіації. Як показано на рис. 1, взимку сонце не досягає того ж кута, як влітку. В ідеалі, сонячні панелі повинні розташовуватися влітку горизонтальніше, ніж взимку.

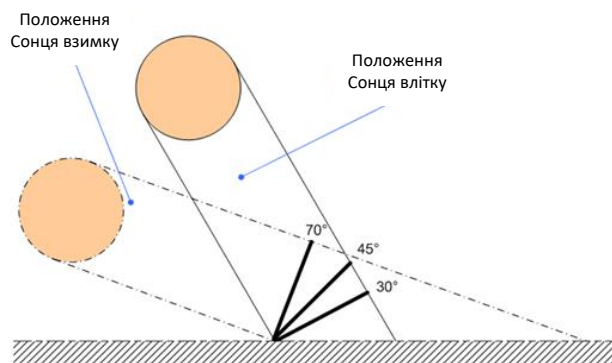


Рис. 1. Положення сонця в залежності від пори року

Тому кут нахилу для роботи влітку вибирається менше, ніж для роботи взимку. Якщо немає можливості змінювати кут нахилу двічі на рік, панелі повинні розташовуватися по оптимальному куті, значення якого лежить десь посередині між оптимальними кутами для літа і зими. Для кожної широти є власний оптимальний кут нахилу панелей. Тільки для місцевостей біля екватора сонячні панелі повинні розташовуватися майже горизонтально (але навіть там вони встановлюються під невеликим кутом, щоб дати дощам змивати бруд із сонячної батареї). Стаціонарні конструкції орієнтують на південь, з незначними відхиленнями по азимуту [1,2].

Зазвичай для весни та осені оптимальний кут нахилу приймається рівним значенню широти місцевості. Для зими до цього значення додається 10-15 градусів, а влітку від цього значення забирається 10-15 градусів. Тому зазвичай рекомендується міняти двічі на рік кут нахилу з літнього на зимовий. Якщо такої можливості немає, то кут нахилу вибирається приблизно рівним широті місцевості. Понад те, кут нахилу залежить від широти місцевості. Оптимальні кути нахилу сонячних батарей для різних широт наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Оптимальні кути нахилу сонячних батарей для різних широт

Географічна широта місцевості	Кут нахилу	Коригування зима-літо
0-15°	15°	± 10-15°
15-25°	Нахил дорівнює широті	± 10-15°
25-30°	+5° до широти	± 10-15°
30-35°	+10° до широти	± 10-14°
35-40°	+15 до широти	± 9-13°
>40°	+20° до широти	± 8-11°

На рис. 2 показано залежність виробітку сонячної батареї від відхилення від напрямку на південь.

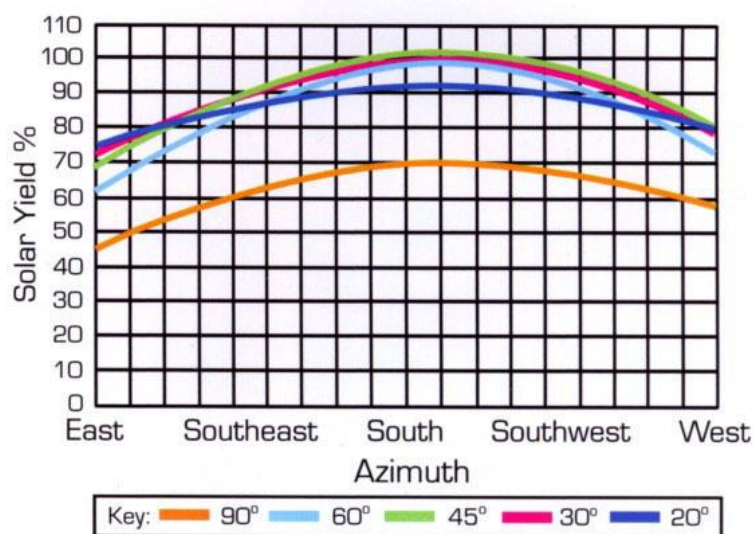


Рис. 2. Залежність виробітку сонячної батареї від відхилення від напрямку на південь

Список використаних джерел:

1. Кут нахилу сонячних панелей [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eco-electrics.com.ua/news/iakii-kut-nahilu-soniachnih-batarei-optimalnii>
2. Розрахунок кута нахилу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eco-volt.com.ua/blog/kut-nakhylu-sonyachnykh-paneley-yaki-znachennya-mozhut-pokrashchyty-generatsiyu-elektroenergiyi>

А.О. Глухоман, студент гр. МТ-4
Ю.О. Подчашинський, д.т.н., професор
Л.О. Чепук, к.т.н., доцент
Державний університет «Житомирська політехніка»

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА РІВНЯ ОСВІТЛЕНOSTІ ПРИМІЩЕНЬ

Освітленість – важливий фактор виробничого та навколишнього середовища. Рациональне освітлення приміщення та робочих місць – один з найважливіших елементів сприятливих умов праці. При правильному висвітленні підвищується продуктивність праці, покращуються умови безпеки, знижується стомлюваність. Успішне виконання робочих операцій вимагає від нього додаткових зусиль та великої зорової напруги. Неправильне та недостатнє освітлення може призвести до небезпечних ситуацій.

Для вимірювання освітленості виробничих приміщень в Україні застосовується, зокрема, ДСТУ EN 12464-1:2016 [1]. Рівень освітленості – це поверхнева густина світлового потоку, що падає на майданчик заданої величини. Вимірюють її у люксах (лк). Люксметри – це прилади для вимірювання освітленості в приміщеннях різного призначення, на робочих місцях, а також на відкритому просторі. Це складна система, до складу якої входить фотодіод, підсилювач сигналу з фотодіода, аналогово-цифровий перетворювач, а також косинусна насадка та світлові фільтри. Працює люксметр на явищі внутрішнього фотоелектричного ефекту. Це процес виникнення електропровідності в напівпровідниках під дією електромагнітного випромінювання (на відміну від зовнішнього фотоелектричного ефекту, коли відбувається емісія електронів під дією світла). Коли світловий потік потрапляє на напівпровідниковий фотоелемент, відбувається вивільнення електронів в об'ємі напівпровідника і як наслідок – через фотоелемент проходить електричний струм. Причому сила цього струму прямо пропорційна інтенсивності світла, тобто освітленості фотоелемента, а кінетична енергія фотоелектронів прямо пропорційна частоті світла. Такі прості математичні залежності дозволяють виразити величину освітленості кількісно [2].

Структурна схема комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної системи рівня освітленості приміщень наведена на рис. 1. Дана система повинна мати такі можливості: збір даних датчиками про рівень освітленості у приміщеннях; передача даних програмному додатку; аналіз отриманих даних.

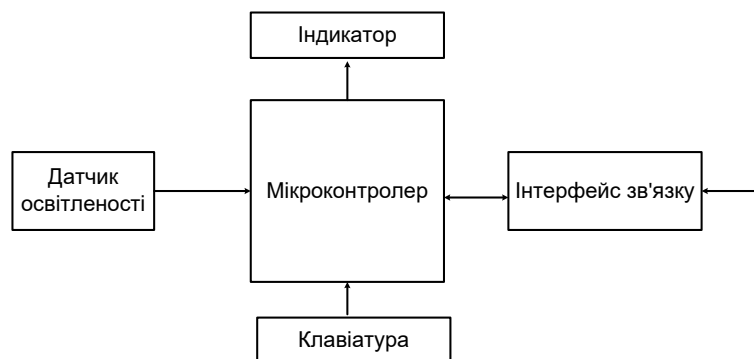


Рис. 1. Структурна схема комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної системи рівня освітленості приміщень

Інформація з датчика освітленості надходить на мікроконтролер, який є центральною та основною частиною системи. Мікроконтролер виконує обробку інформації від датчика. Для відображення інформації застосовується індикатор, що безпосередньо підключається до мікроконтролера. Режим роботи задаються з клавіатури. Через інтерфейс зв'язку дані вимірів передаються у комп'ютер.

Список використаних джерел:

1. ДСТУ EN 12464-1:2016 Світло та освітлення. Освітлення робочих місць. Частина 1. Внутрішні робочі місця (EN 12464-1:2011, IDT)
2. Сучасні люксметри – надійний контроль освітленості за будь-яких умов. [Електронний ресурс] <https://simvolt.ua/suchasni-luksmetri-nadiyniy-kontrol-osvitlenosti-za-bud-yakikh-umov/> (Дата звернення 24.04.2025 р.)

М.В. Дрозд, студентка гр. МТ-4
 Ю.О. Подчашинський, д.т.н., професор
 Л.О. Чепюк, к.т.н., доцент
 Державний університет «Житомирська політехніка»

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ХЛОРЕЛИ

Хлорела є представником зелених водоростей – мікроскопічних водних рослин. Хлорела є унікальним біологічним природним продуктом. Жодна інша водна або наземна рослина не має такої кількості корисних властивостей, як хлорела. Через корисні властивості хлорели, її використання в різних областях людської діяльності дуже широко у сільському господарстві для годівлі птахів, тварин, у бджільництві та рибальстві; у харчовій промисловості; у медицині, косметології та парфумерії; для очищення стічних вод та реабілітації водойм; для кисню; для виробництва біопалива [1].

Для створення сприятливих умов вирощування хлорели відмінно підходить фітотронна установка. Фітотрон - це закрита дослідницька оранжерея, що використовується для вивчення взаємодії рослин із навколишнім середовищем. Цей пристрій, залежно від конструкції, здатний працювати в автоматичному або напівавтоматичному (за наявності оператора) режимі; дозволяє вирощувати значні кількості цих водоростей у промислових масштабах

Структурна схема комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної системи контролю параметрів установки для вирощування хлорели наведена на рис. 1. Дана система виконує збір та обробку даних від датчиків температури і вологості в камері, температури і вологості ґрунту, рівня освітлення і концентрації CO₂ та виводить отриману інформацію на індикатор. Параметри контролю задаються з клавіатури. Результати вимірів передаються у комп'ютер через інтерфейс зв'язку. Мікроконтролер є ядром системи, який виконує функції збору, обробки та передачі інформації про параметри установки для вирощування хлорели.

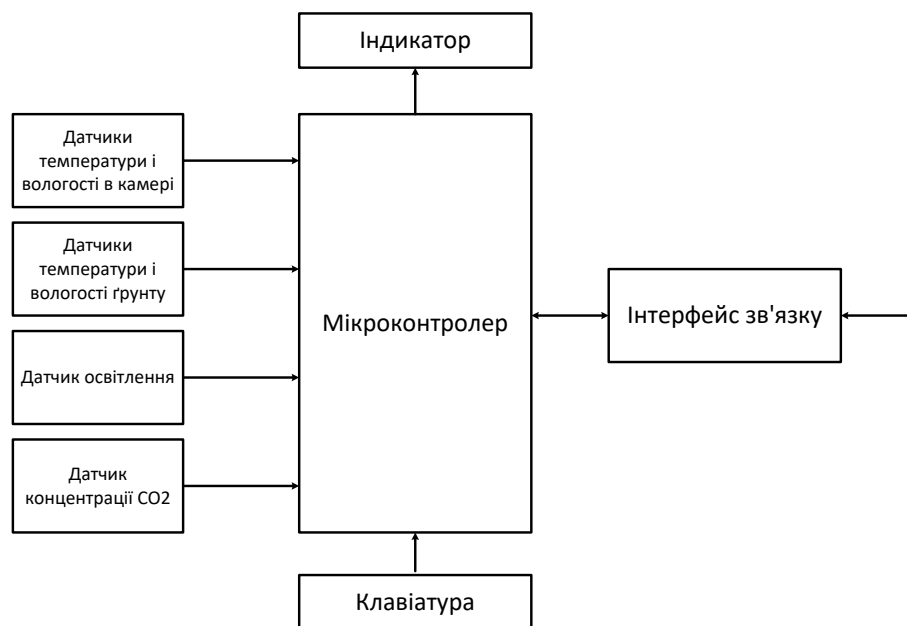


Рис. 1. Структурна схема комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної системи контролю параметрів установки для вирощування хлорели

Список використаних джерел:

1. Культивування *Chlorella vulgaris* у фотобіореакторі неперервної дії під впливом сонячної інсоляції / Г. Б. Вінярська, О. І. Боднар, Н. В. Бурега [та ін.] // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія. – 2017. – Вип. 1(68): Тернопільські біологічні читання - Ternopil Bioscience - 2017. – С. 67–73.

М.І. Кравчук, студент гр. МТ-4
Ю.О. Подчашинський, д.т.н., професор
Л.О. Чепюк, к.т.н., доцент
Державний університет «Житомирська політехніка»

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ

Стан здоров'я людини, його працездатність значною мірою залежить від мікроклімату на робочому місці. Параметри мікроклімату виробничих приміщень регламентуються відповідними нормами [1].

Мікроклімат виробничих приміщень - це клімат внутрішнього середовища даних приміщень, що визначається спільно діючими на організм людини температурою, відносною вологістю та швидкістю руху повітря, а також температурою навколишніх поверхонь.

Фактори, що впливають на мікроклімат, можна розділити на дві групи: нерегульовані (комплекс кліматоутворюючих факторів даної місцевості) та регульовані (особливості та якість будівництва будівель та споруд, інтенсивність теплового випромінювання від нагрівальних приладів, кратність повітрообміну, кількість людей та тварин у приміщенні та ін.).

Комп'ютеризована інформаційно-вимірювальна система параметрів мікроклімату призначена для контролю параметрів мікроклімату приміщення, що служить для сушіння, сортування та зберігання виробничої сировини.

Структурна схема комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної системи параметрів мікроклімату виробничого приміщення наведена на рис. 1.



Рис. 1. Структурна схема комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної параметрів мікроклімату виробничого приміщення

Перед початком роботи системи необхідно задати необхідні параметри мікроклімату (температуру, вологість, рівень запиленості, концентрацію CO₂), а також їх допустимі відхилення. Вводяться час початку та закінчення робочої зміни, додатково задається режим роботи системи на неробочий проміжок часу. Далі система визначає свій режим роботи (змінний або неробочий час) в залежності від показань вбудованого годинника.

Мікроконтролер отримує дані від датчиків (температури, вологості та запиленості) та при неприпустимих відхиленнях видає відповідні повідомлення на індикатор і та на систему вищого рівня. Під час роботи системи допустимі ручні зміни в налаштуваннях параметрів мікроклімату на розсуд працівників виробничого приміщення.

Список використаних джерел:

1. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

Х.П. Омельчук, студентка гр. МТ-4
Ю.О. Подчашинський, д.т.н., професор
Л.О. Чепук, к.т.н., доцент

Державний університет «Житомирська політехніка»

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛИЦІ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ СУНИЦІ

Суниця – багаторічна трав'яниста рослина, що займає проміжне положення між багаторічними трав'яними та напівчагарниковими формами. Суниця є світлолюбною рослиною. Ідеальним часом освітлення для рослин суниці становить 12-13 годин на добу. Температура значно впливає на якість та кількість врожаю. Різне пониження або підвищення температури може знизити врожай на більше ніж 20 %. Обов'язково потрібно підтримувати температуру на рівні 22-25 °С вдень і 10-12 °С вночі. Низька вологість (45-55 %) значно знижує вагу плодів і врожайність. В умовах високої вологості (90 %) рослини суниці дають великі плоди, але кількість плодів зменшується. Найкраща вологість це 65-75 %, вона вважається оптимальною для суниці. Врожай та плоди суниці будуть великі та якісні [1].

Сучасні методи вирощування суниці можна поділити на різні види: гідропоніка (суницю вирощують в штучному середовищі, наприклад у кокосовому субстраті), аеропоніка (вирощується у повітря, а її коренева система обприскується туманом з поживними речовинами), вертикальне землеробство (вирощування у вертикальних системах, наприклад у вежах або модульних стелажах з комп'ютеризованим управлінням умовами), органічне землеробство, землеробство з використанням нових методів збирання врожаю і т.п. Суницю вирощують в теплицях або в закритих спорудах з високотехнічними пристроями, які можуть регулювати параметри внутрішнього середовища [2].

Вирощування суниці в теплиці дозволяє отримати урожай протягом усього року, покращує мікроклімат, захищає рослини від шкідників та хвороб, а також збільшує врожайність.

Структурна схема комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної системи контролю параметрів теплиці для вирощування суниці наведена на рис. 1. Дана система виконує збір та обробку даних від датчиків температури, вологості, кольору і концентрації CO₂ та виводить отриману інформацію на індикатор. Параметри контролю задаються з клавіатури. Результати вимірів передаються у комп'ютер через інтерфейс зв'язку. Мікроконтролер є ядром системи, який виконує функції збору, обробки та передачі інформації про параметри теплиці для вирощування суниці.

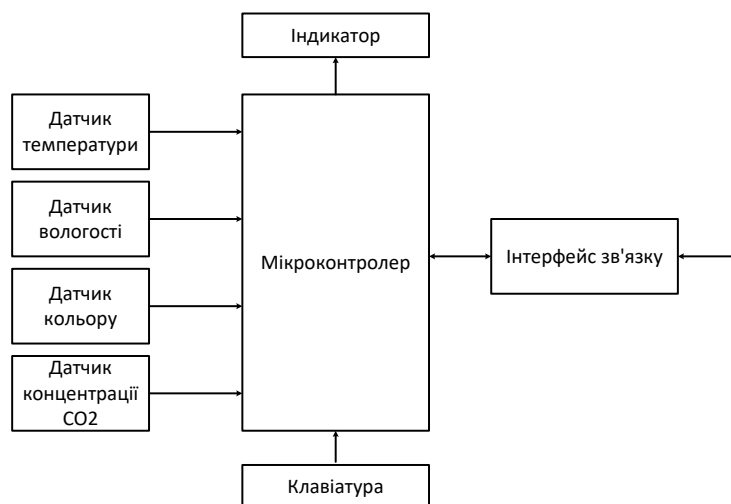


Рис. 1. Структурна схема комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної системи контролю параметрів теплиці для вирощування суниці

Список використаних джерел:

1. Суниця садова [Текст] / В. С. Марковський. - Київ : Дім, сад, город, 2017. - 42 с.
2. NGS, або нова технологія вирощування суниці. [Електронний ресурс] / <https://batkivsad.com.ua/1150/?srsltid=AfmBOooC53Hscqu6q7QGmg2pPMBFKMzMdr12ieSMIT-TiyLtB6pjdFC> / (Дата звернення 22.04.2025 р.)

І.О. Содолевський, студент гр. МТ-4
Ю.О. Подчашинський, д.т.н., професор
Л.О. Чепюк, к.т.н., доцент

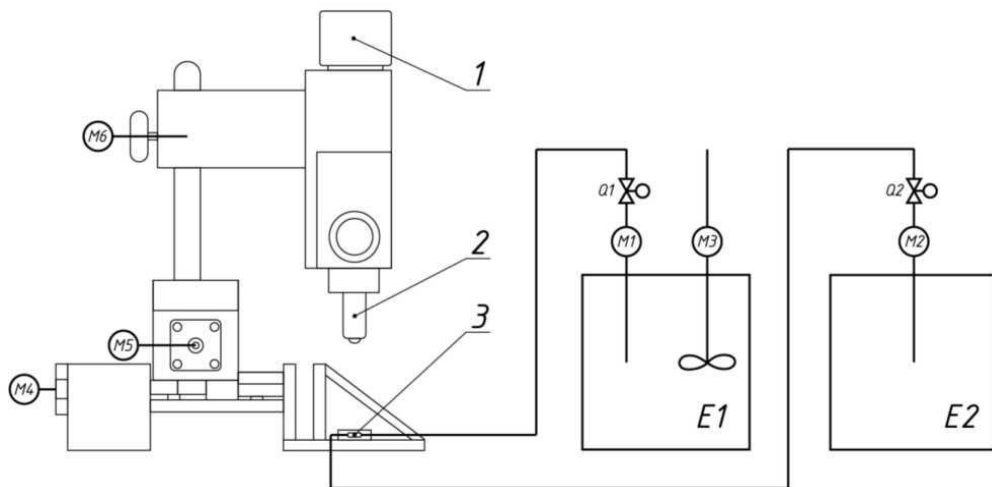
Державний університет «Житомирська політехніка»

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ РІДИН ОПТИЧНИМИ МЕТОДАМИ

Аналіз дисперсного складу – це процес отримання статистичних даних про розміри емульсії [1]. Як спосіб проведення аналізу дисперсного складу емульсії були обрані методи спостереження, оптичної мікроскопії та фото фіксації результатів серій експериментів, що проводяться на базі технології комп'ютерного машинного зору, а використання спеціального програмного та апаратного забезпечення прискорює процес обробки мікрофотографій емульсії.

Система передбачає роботу у двох режимах. Перший режим – статичний, де відбувається спостереження за емульсією, що подається порціями через кювету, розташовану на предметному столику пристрою. Другий режим – динамічний, у якому відбувається створення та аналіз серій мікрофотографій за умов прогону ламінарного потоку емульсії через кювету предметного столика з низькою швидкістю, а також подальша обробка отриманих серій зображень.

Структурна схема комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної системи для визначення складу рідин оптичними методами наведена на рис. 1. Система складається з оптичної системи, камери з комп'ютерним зором, що фіксує розміри і площу проекції глобул як в режимі реального часу (в динамічному режимі), так і в статиці, напрямних валів, по яких відбувається рух, а, як наслідок, – коригування положення оптичної системи у зв'язі з камерою для більш точного вимірювання, крокових двигунів з блоками лінійно-гвинтових передач деталей корпусу та інших деталей корпусу та електромеханічних вузлів.



1 – цифрова камера; 2 – оптична система лінз мікроскопу; 3 – кювета на предметному столику;
 E1 – ємність для підготовки емульсії; E2 – технічна ємність; Q1, Q2 – електромагнітні клапани; M1, M2 -
 насоси для здійснення подачі емульсії; M3 – привід мішалки/насоса для підготовки емульсії; M4, M5, M6
 – приводи для переміщення мікроскопа щодо предметного столика

Рис. 1. Структурна схема комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної системи для визначення складу рідин оптичними методами

Список використаних джерел:

1. Методи та засоби діагностики. Сучасні оптоелектронні діагностичні прилади [Електронний ресурс]: навч. посіб. / уклад. М.Ф. Богомолів, В.В. Шликов, В.Б. Максименко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2021. – 125 с.

В.С. Карпюк, студент гр. ІВТК-4
Ю.О. Подчашинський, д.т.н., професор
Л.О. Чепюк, к.т.н., доцент
Державний університет «Житомирська політехніка»

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ПОВІРКИ ДАТЧИКІВ ТИСКУ

Тиск є одним із найпоширеніших параметрів, які вимірюють у промисловості, і саме його значення значною мірою впливає на перебіг технологічних процесів. Повірка засобів вимірювання – це сукупність дій, які виконуються з метою визначення придатності засобу вимірювання до використання шляхом підтвердження відповідності його характеристик встановленим метрологічним вимогам [1].

Методика повірки приладів тиску складається з наступних етапів [2]:

1. *Зовнішній огляд приладу.* Прилад не повинен мати пошкоджень і дефектів.
2. *Встановлення стрілки на нульову відмітку.* Стрілка приладу повинна встановлюватися з допомогою коректора нуля на нульову відмітку шкали при значенні вхідного сигналу $S_0=0.2 \text{ кгс/см}^2$.
3. *Перевірка герметичності вузла чутливого елемента* вимірювального блоку приладу. Герметичність визначається при витримці його на верхній границі вимірювання. Прилад вважається герметичним, якщо протягом 5 хвилин зміна показів не перевищує 1% від діапазону показів приладу.
4. *Визначення основної похибки і варіації*
 - а) шляхом встановлення стрілки приладу, що повіряється на відмітку шкали і визначення вхідного сигналу, що відповідає цій відмітці, а також визначення дійсного вхідного сигналу по взірцевому приладі.
 - б) шляхом завдання по взірцевому приладі значення вхідного сигналу, що відповідає повіряемій відмітці, і відрахунку по шкалі приладу, що повіряється.

Основну похибку приладів класу точності 0.5 визначають не менше ніж при 9 значеннях вхідного сигналу; класу точності 1;2.5 – не менше ніж при 6 значеннях вхідного сигналу рівномірно розподілених в діапазоні вимірювань (в тому числі нульове значення вхідного сигналу). Повірку проводять в двох напрямках: прямому і зворотному. Варіація визначається як різниця між показами приладу при прямому і зворотному ході в одній і тій самій оцифрованій точці шкали.

Інформаційно - вимірювальний комплекс призначений для повірки одночасно двох датчиків тиску з використанням зразкового датчика. Структурна схема інформаційно-вимірювального комплексу для повірки датчиків тиску наведена на рис. 1. Інформація, що знімається з датчиків тиску, надходить у систему через аналого-цифровий перетворювач (АЦП). Далі мікроконтролер обробляє отриману інформацію за закладеним у ньому алгоритмом і передає результат обробки на комп'ютер інженера-метролога.

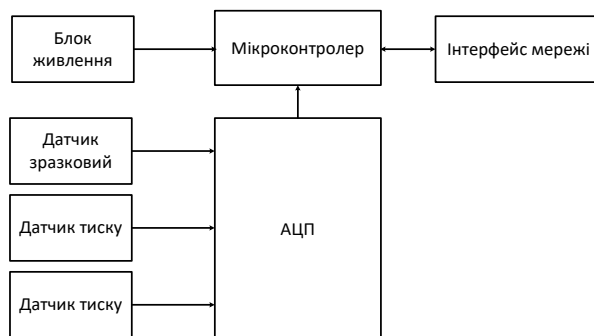


Рис. 1. Структурна схема інформаційно-вимірювального комплексу для повірки датчиків тиску

Список використаних джерел:

1. ДСТУ OIML D 23:2008 Метрологія. Принципи метрологічного контролю обладнання для повірки (OIML D 23:1993, IDT)
2. МПУ 003/04-2014 Рекомендації. Метрологія. Манометри, вакуумметри, мановакуумметри, напороміри, тягоміри і тягонапороміри показуючі та самописні. Методика повірки.

Д.Я. Корнійчук, студент гр. ІВТК-4

Ю.О. Подчашинський, д.т.н., професор

Л.О. Чепюк, к.т.н., доцент

Державний університет «Житомирська політехніка»

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ ОБЛІКУ ВИТРАТИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ У БАГАТОКВАРТИРНОМУ БУДИНКУ

В даний час для забезпечення сталого розвитку та надійного функціонування галузі електроенергетики насамперед необхідні нові енергоефективні рішення. Одним із таких рішень є автоматизація системи контролю та обліку електричної енергії, що дозволяє суттєво підвищити ефективність використання енергоресурсів.

Для обліку електричної енергії використовуються прилади обліку, типи яких затверджено федеральним органом виконавчої влади з технічного регулювання та метрології та внесено до державного реєстру засобів вимірювань [1, 2].

Структурна схема комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної системи для обліку витрати електроенергії у багатоквартирному будинку наведена на рис. 1. Система має дворівневу структуру. На першому рівні знаходяться власне електричні лічильники, встановлені у кожному щитку та поверховий реєстратор. Поверховий реєстратор зчитує імпульси від лічильника електроенергії та зберігає її у внутрішній пам'яті мікроконтролера. Також до складу поверхового реєстратора входять елементи керування живленням, індикації та інтерфейсу зв'язку. Індикатор відображає подачу живлення на реєстратор. На другому рівні знаходяться персональний комп'ютер (ПК), на який по каналу зв'язку RS-485 передаються накопичені дані з поверхових реєстраторів.

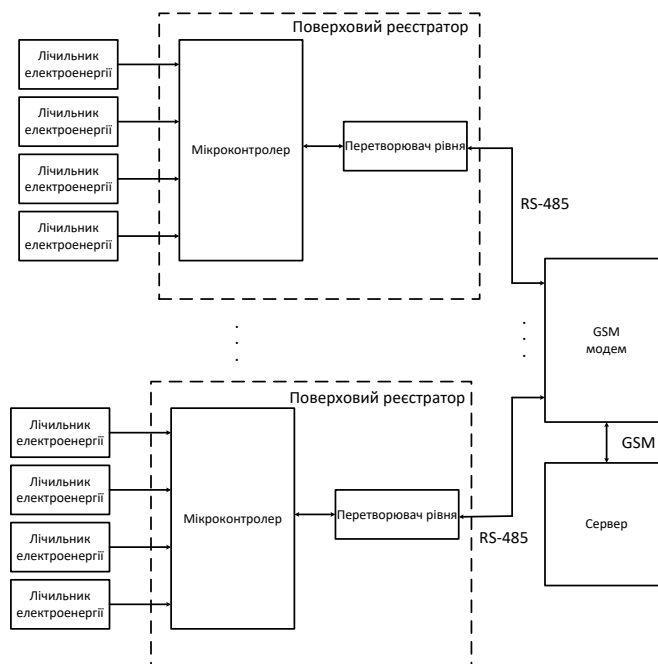


Рис. 1. Структурна схема комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної системи для обліку витрати електроенергії у багатоквартирному будинку

Список використаних джерел:

1. Інструкція про порядок комерційного обліку електричної енергії № 1349 від 19.10.98. Затверджено Рішенням Ради Оптового ринку електричної енергії від 08.10.98, протокол N 12.
2. Постанова від 24.02.2016 № 163 Про затвердження Технічного регламенту засобів вимірювальної техніки.

В.О. Речич, студент гр. ІВТК-4
 Ю.О. Подчашинський, д.т.н., професор
 Л.О. Чепук, к.т.н., доцент
 Державний університет «Житомирська політехніка»

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ ОБЛІКУ ВИТРАТИ ВОДИ У БАГАТОКВАРТИРНОМУ БУДИНКУ

У сучасних умовах спеціалізовані організації проводять підготовку та подачу води на підприємства та в будинки. З такими організаціями слід розраховуватися за спожитий обсяг води, поставленої на договірних умовах. Система обліку води дозволяє вести облік витрати води, збирати інформацію про споживання, виходячи з якої надалі проводяться фінансові розрахунки за спожиту воду. На підставі даних, отриманих від системи обліку води, можна впроваджувати заходи щодо збереження води [1, 2].

Структурна схема комп'ютеризованої інформаційно-вимірвальної системи для обліку витрати води у багатоквартирному будинку наведена на рис. 1. Система має дворівневу структуру. На першому рівні знаходяться витратоміри води, встановлені у кожній квартирі, квартирний реєстратор-радіопередавач та поверховий реєстратор. Квартирний модуль реалізує два число-імпульсних канали вимірювання і як первинні перетворювачі використовує лічильники води що мають імпульсний (телеметричний) вихід.

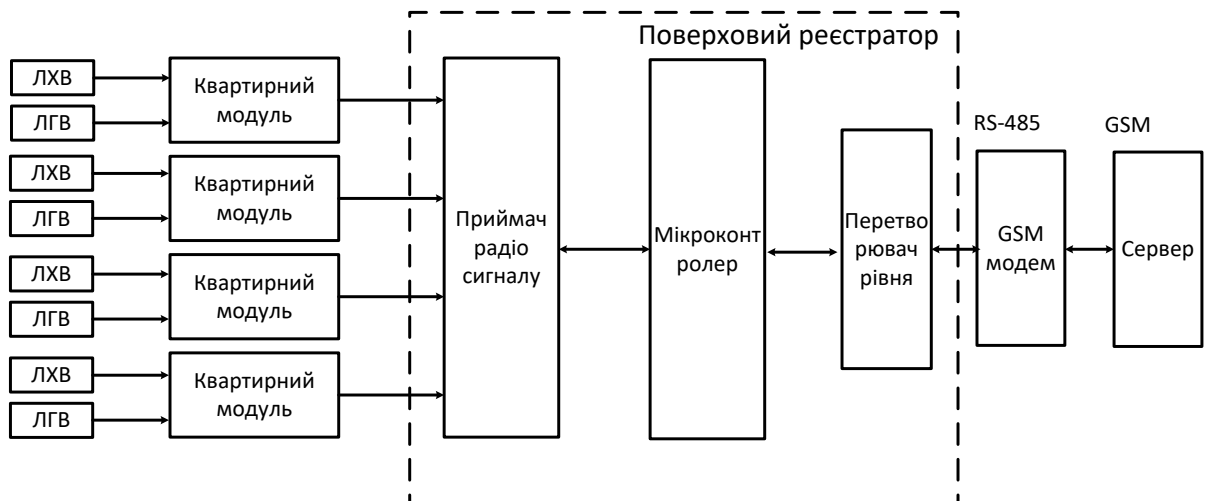


Рис. 1. Структурна схема комп'ютеризованої інформаційно-вимірвальної системи для обліку витрати води у багатоквартирному будинку

Поверховий реєстратор приймає радіосигнал від квартирних модулів та зберігає його у внутрішній пам'яті мікроконтролера. Також до складу поверхового реєстратора входять елементи керування живленням, індикації та інтерфейсу зв'язку. Поверхові реєстратори з'єднуються у мережу за протоколом RS-485. На другому рівні знаходиться GSM модем, який підключений до мережі RS-485 і передає інформацію про споживання на персональний комп'ютер у ресурсопостачальну організацію.

Компоненти системи обліку витрати води у житловому будинку:

– Первинні прилади обліку – лічильники води. Лічильник має імпульсний вихід, що забезпечує точність вимірювань при горизонтальній та вертикальній установці. Основна перевага такого лічильника полягає у тому, що він має порівняно невелику вартість та хороші технічні характеристики.

– Квартирний модуль, що забезпечує рахунок імпульсів від первинних перетворювачів витрати води та газу та передачу даних про споживання по радіоканалу. Даний реєстратор має 2 вхідні канали.

Список використаних джерел:

1. Закон України від 22.06.2017 № 2119-VIII Про комерційний облік теплової енергії та водопостачання
2. Постанова від 24.02.2016 № 163 Про затвердження Технічного регламенту засобів вимірвальної техніки.

КАЛІБРУВАННЯ АКСЕЛЕРОМЕТРА ADXL345 НА БАЗІ ПЛАТФОРМИ ARDUINO

Калібрування датчика ADXL345 є необхідним для забезпечення точності вимірювання прискорення та нахилу. Без калібрування можуть виникати похибки через відхилення нульового рівня або різну чутливість по осях, що впливає на надійність зібраних даних.

Розглянемо основні поняття про акселерометр ADXL345, основні кроки калібрування на базі платформи Arduino.

ADXL345 – це 3-осьовий акселерометр, який може вимірювати як статичні, так і динамічні сили прискорення. Сила земного тяжіння є типовим прикладом статичної сили, в той час як динамічні сили можуть бути викликані вібраціями, рухами і так далі.

3-х осьовий цифровий акселерометр на основі чіпа ADXL345 є датчиком, що вимірює проекції прискореного на три просторові осі (X, Y, Z). Знаючи ці вимірювання та з огляду на величину вільного падіння, можна визначити орієнтацію самого акселерометра в просторі. Розташування осей (X, Y, Z) акселерометру ADXL345 нанесено на корпусі (рис.1).

Технічні характеристики ADXL345:

- Напруга живлення: 3.3 – 5.0 В;
- Інтерфейс шини: I2C / SPI;
- Формат пакета даних: 13 біт;
- Додаткові виводи переривань;
- Робочий діапазон: $\pm 2 \text{ g} \dots \pm 16 \text{ g}$.

Загально відома одиниця вимірювання прискорення – метр на секунду в квадраті (m/s^2). Однак акселерометри зазвичай видають значення в «g» або гравітаційне прискорення. Один «g» - це величина прискорення надається тілу силою тяжіння на поверхні землі і в середньому дорівнює $9,8 \text{ m/s}^2$.

Дана модель акселерометра ADXL34, розташована горизонтально, з його віссю Z, спрямованої вгору, (протилежної силі тяжіння) вихідний сигнал по вісі Z буде дорівнює 1g. Вихідні сигнали по осях X і Y дорівнюватимуть нулю, тому що гравітаційна сила перпендикулярна до цих осей і ніяк на них не впливає.

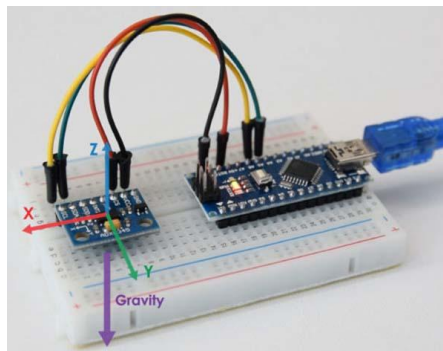


Рис. 1. Розташування осей акселерометра ADXL34

При розташуванні датчика догори ногами вихідний сигнал по вісі Z буде -1g. Це означає, що вихідні дані датчика через його орієнтації під дією сили тяжіння можуть варіюватися від -1g до +1g.

Прочитати дані акселерометра ADXL345 можна за допомогою платформи Arduino. Для зв'язку з платформою Arduino датчик ADXL345 використовує I2C протокол. Для підключення потрібно тільки два дроти (лінії даних) і два дроти для живлення (рис.1).

Вихідні дані датчика фактично залежать від обраної чутливості, яка може варіюватися від + -2g до + -16g. Чутливість за замовчуванням становить + -2g, тому нам потрібно розділити результат на 256, щоб отримати значення від -1 до +1g. 256 LSB / g означає, що у нас 256 відліків на 1g.

Залежно від потреби можна вибрати відповідну чутливість. У разі для стеження орієнтації цілком підійде чутливість + -2g, але для додатків, де потрібно фіксувати вищу силу прискорення, наприклад, від раптових рухів, ударів. Можна вибрати інші діапазони чутливості, використовуючи регістр DATA_FORMAT і його біти D1 та D0.

Для того щоб відкалібрувати акселерометр потрібно використати 3 регістра калібрування зсуву. Отже, потрібно розташувати датчик рівно і роздрукувати значення в монітор послідовного порту (Serial Monitor), та не ділячи їх на 256. Частина відповідного коду для виводу значень по вісі Z представлена нижче. Вивід виміряних даних для калібрування по вісі Z в монітор послідовного порту представлені на рис. 2.

```
Z_out = ( Wire.read() | Wire.read() << 8); // Значення по вісі Z
Z_out = Z_out;
Serial.print("Za= ");
Serial.print(Z_out);
```



Рис. 2. Робота акселерометра ADXL345 при калібруванні вісі Z

Далі проводимо розрахунок коефіцієнтів для регістра калібрування зміщення осей за наступним чином.

$$Za = \sim 274$$

$$\text{Error: } \sim 274 - 256 = 18$$

$$Z = -\text{Round}(18/4) = \sim -4.5$$

Тут можна побачити відхилення від норми, в нашому випадку значення по вісі Z було близько 274. Це позитивна різниця в 18. Тепер нам потрібно розділити це значення на 4, і це дасть нам число, яке нам потрібно записати в регістр зсуву вісі Z. Якщо після цього завантажимо скетч, то значення по вісі Z буде рівно 256, або 1g, як і повинно бути.

Аналогічно розраховуємо коефіцієнти калібрування і для інших осей X=-8, Y=-7. Підставляємо отримані коефіцієнти калібрування в програму для прошивки платформи Arduino. Код програми для завдання коефіцієнтів калібрування представлений нижче.

```
Wire.beginTransmission(ADXL345); // режим калібрування
Wire.write(0x1E); // Регістр зсуву вісь X
Wire.write(-7);
Wire.endTransmission();
delay(10);
Wire.beginTransmission(ADXL345);
Wire.write(0x1F); // Регістр зсуву вісь Y
Wire.write(-8);
Wire.endTransmission();
delay(10);
Wire.beginTransmission(ADXL345);
Wire.write(0x20); // Регістр зсуву вісь Z
Wire.write(5);
Wire.endTransmission();
delay(10);
```

Калібрування трьох осей акселерометра ADXL345 дозволяє усунути систематичні похибки та забезпечити точні й достовірні вимірювання у всіх напрямках. Це критично важливо для застосувань, де точність руху або положення має ключове значення, зокрема для моніторингу параметрів руху технологічного обладнання, в навігаційних системах та робототехніці. Завдяки правильному калібруванню забезпечується коректна інтерпретація даних, що підвищує загальну ефективність роботи пристрою.

Список використаних джерел:

1. Калібрування GY-291 ADXL345 3 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.px4.io/main/uk/config/accelerometer.html>

O.M. Bezvesilna, Dr. Sc. (Tech.), Prof.
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»
Yu.O. Podchashynskyi, Dr. Sc. (Tech.), Prof.
L.O. Chepiuk, Ph.D. (Tech.), Assoc. Prof.
A.A. Koval, Student
Zhytomyr Polytechnic State University

INFORMATION AND MEASUREMENT SYSTEM FOR MONITORING THE ICE CREAM PACKAGING PROCESS

The ice cream packaging process monitoring system using modern measuring and computing tools will allow for accurate measurement of the movement parameters of technological equipment and thereby enable more accurate positioning.

The block diagram of the information and measuring system for monitoring the ice cream packaging process is presented in Fig. 1. The Siemens S7-1200 controller was chosen as the programmable logic controller.

The program operation parameters are set via the control panel. You can adjust the servo drive operation coordinates for different types of ice cream and record data to recipes. The program provides a choice of four modes that correspond to four types of ice cream. The sensors on the conveyor are responsible for counting the cells into which the ice cream is placed after it is removed from the main conveyor line. The sensors on the package are needed to synchronize the package and the conveyor. By setting the speed of the packaging machines with an analogue signal, you can adjust it by monitoring the difference in the signals received from the sensors on the conveyor line and from the sensors on the package [1].

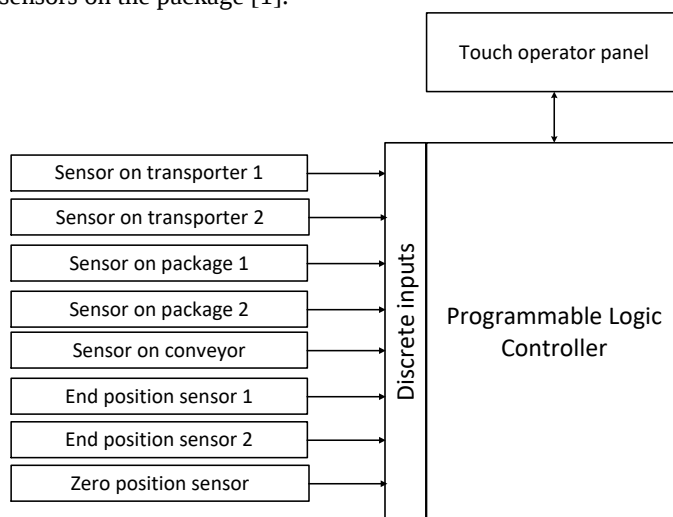


Fig. 1. Structural diagram of the information and measuring system for monitoring the ice cream packaging process

During the operation of the system, continuous monitoring of parameters is performed and, if deviations from normal values are detected, appropriate actions are taken:

- a warning sound and light alarm is turned on with a text message displayed on the monitor screen, and if a printer is turned on, it is printed in parallel;
- switching to backup equipment is performed;
- the main electric drives are disconnected to protect the equipment from possible damage.

References:

1. Безвесільна, О. М., Подчашинський, Ю. О., Чепюк, Л. О., Шавурський, Ю. О., & Дерев'янка, О. В. (2022). Вимірювання параметрів руху та керування технологічним обладнанням для пакування морозива. *Технічна інженерія*, (1(89)), 101–107. [https://doi.org/10.26642/ten-2022-1\(89\)-101-107](https://doi.org/10.26642/ten-2022-1(89)-101-107)

O.M. Bezvesilna, Dr. Sc. (Tech.), Prof.,
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»
Yu.O. Podchashynskyi, Dr. Sc. (Tech.), Prof.,
L.O. Chepiuk, Ph.D. (Tech.), Assoc. Prof.,
B.M. Korzh, Student,
Zhytomyr Polytechnic State University

A COMPUTERIZED MEASURING SYSTEM FOR MONITORING THE CONCENTRATION OF HARMFUL SUBSTANCES IN WASTEWATER USING OPTICAL METHODS

Industrial wastewater ranks first in terms of volume and damage they cause. The content of heavy metals in water has a great influence on the course of natural processes. One of the heavy metals that requires operational control is Cr+6, which enters water bodies with wastewater from electroplating workshops of machine-building, aviation, automobile plants, chemical, leather industry enterprises, etc.

To determine the concentration of chromium ions Cr+6, an extraction-photometric method was chosen, in which the amount of substance is determined by the intensity of staining of colour compounds [1].

The structural diagram of the computerized measuring system for monitoring the concentration of harmful substances in wastewater by optical methods is shown in Fig. 1.

After passing through a cuvette with liquid, the light passes through a light filter (wavelength from 540 nm) to a photodetector. A photodiode is used as a photodetector. The resulting photocurrent is amplified and fed through a switch to an analog-to-digital converter (ADC).

Signals from ion-selective electrodes for pH measurement are amplified by input amplifiers and transmitted to the input of the analog-to-digital converter through a switch. The reference voltage source generates a stable voltage for the ADC, which allows to significantly reduce the error of converting an analog signal into a digital one. A light-emitting diode (LED) with a wavelength of $\lambda = 540$ nm is used as a radiation shaper, which corresponds to the maximum of the absorption spectrum and ensures the selectivity of the method.

The main unit of the device is a microcontroller, which, in accordance with a given program, generates all the necessary control signals to the device blocks. The system is equipped with a communication unit with a computer and software that allows you to monitor the process of measuring the indicators of the solution under study on a monitor.

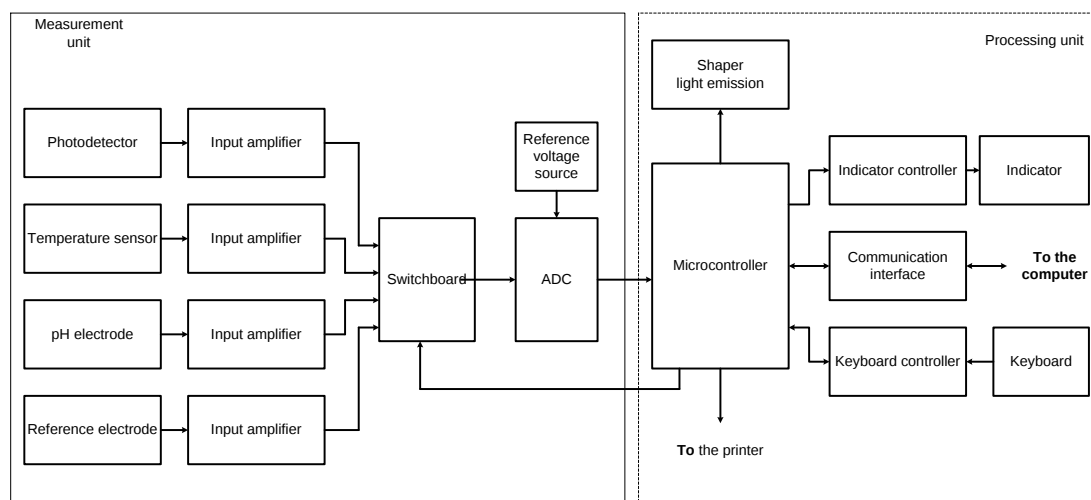


Fig. 1. Structural diagram of the computerized measuring system for monitoring the concentration of harmful substances in wastewater using optical methods

References:

1. Подчашинський Ю.О., Воронова Т.С., Чепюк Л.О., Вакарюк Я.А. Комп'ютеризована вимірювальна система для контролю концентрації вмісту хрому в стічних водах. Вісник Інженерної академії України – 2020. – № 1. С. 75-78.