Секція 2 «Метрологія та вимірювальна техніка»

Бобков Ю.В., Бобков О.Ю.

Віртуальний макет для дослідження точності методів вимірювання амплітуди……..

Бобков Ю.В., Осінцева М.Б.

Віртуальний макет системи розпізнавання форми електричних сигналів…….

Бодак І.Є., Шантир С.В.

Електрокардіологічний комплекс спостереження стану людини в умовах фізичних навантажень……..

Бугрєєв С.С., Яремчук Н.А.

Вимірювач рівня сміття в підземній урні з використанням нечіткої системи для обробки інформації……..

Бугрєєв С.С.

Сонячна система для живлення та підтримки автономності вимірювача рівня сміття в підземній урні……...

Василевська Н.В., Гусар В.Г., Павлишин М.М.

Високомобільний вимірювальний безпілотний агроробот…….

Василевська Н.В., Павлишин М.М.

Прогнозування можливих змін стану грунту за результатами поточних вимірювань……

Ввасильєва Ю.Д., Кравченко А.А.

Аналіз класичної та сучасної теорій тестування……...

Года О.Ю., Панченко В.В., Смірнов В.О

Моделювання роботи феритових матеріалів…….

Гусар В.Т., Василевська Н.В., Павлишин М.І., Сінгх Д.Л.

Використання можливостей інформаційно-вимірювальної техніки для захисту довкілля……

Заблоцький А.Г.

Автоматизована система побудови та аналізу коррелограм часових рядів……..

Замотайло Т.В., Синицкий О.П.

Тенденции развития интеллектуальных трансформаторов……..

Клочай Т.М., Мокійчук В.М.

Кліматична камера для калібрування термометрів……..

Кобилянський О.В., Павлишин М.І.

Високомобільна лабораторія біосферного моніторингу……..

Лаптійчук К.В., Павлішин М.М.

Оцінка стану рослинного покрову грунту з використання безпілотних вимірювальних агророботів……

Мацюк І.Б., Шантир С.В.

Комплекс аналізу та імітаційного моделювання стану об’єкта……..

Міхова З.В., Шантир С.В.

Система випробувань пасивних гідроакустичних станцій……..

Покрышов В.В., Синицкий О.П.

Исследование особенностей приборов для экспресс анализа нефтепродуктов…….

Покрышов В.В., Синицкий О.П.

Особенности развития интеллектуальных электрических сетей…….

Симоненко І.О., Павлишин М.І.

Інтелектуальна інформаційно-вимірювальна система параметрів річкових паводків……...

Синиця В.І., Острогляд Д.І.

Моделювання алгоритму розрахунку кореляційної розмірності……..

Синиця В.І., Подрубайло М.В., Супрун Б.А.

Моделювання алгоритму розрахунку показника Херста……

Синиця В.І., Подрубайло М.В., Шевченко Є.О.

Моделювання алгоритму Хігучі розрахунку кореляційної розмірності……..

Скрипій Г.Ю., Шантир С.В.

Система вимірювань температури при виробництві коксу…….

Чумак В.В., Павлишин М.І.

Інтелектуальна інформаційно-вимірювальна система якості питної води……..

Науково-технічна конференція викладачів, науковців, аспірантів та студентів, присвячена Дню Науки

СЕКЦІЯ 2

«МЕТРОЛОГІЯ ТА ВИМІРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА»

УДК 621.317.3

БОБКОВ Ю.В.[1], БОБКОВ О.Ю.[2]

ВІРТУАЛЬНИЙ МАКЕТ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ АМПЛІТУДИ

[1]Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна, y.bobkov@kpi.ua

[2]Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, Україна, bobkov_alexander@ukr.net

Вступ. Для ряду вимірювальних задач основним інформативним параметром є значення амплітуди сигналу, яке, в більшості випадків, пропорційне контрольованій величині. Проте точність вимірювання амплітуди істотно знижується в умовах впливу шумів і завад, що вимагає застосування спеціальних методів. Тому підвищення точності вимірювання амплітуди є важливим науково-інженерним завданням.

Постановка задачі. Амплітуда є найменш стійким параметром до внутрішніх шумів і зовнішніх завад, особливо, якщо використовуються виміряні миттєві значення. Для підвищення точності вимірювання амплітуди в умовах впливу шумів і завад, співрозмірних з корисним сигналом, необхідно використовувати спеціальні методи. Найбільш поширеним методом є фільтрація. Проте застосування фільтрів низьких частот (ФНЧ) не ефективне, коли спектри корисного сигналу і шумів збігаються. Застосування фільтрів також призводить до спотворення амплітудних значень вимірюваних сигналів.

У випадку, коли форма сигналу є відомою і не змінюється, пропонується визначати значення амплітуди U_a шляхом розрахунку за результатами вимірювання середньоквадратичного $U_д$ та/або середньовипрямленого $U_{св}$ значень сигналу, та за відомими значеннями коефіцієнта амплітуди k_a та/або коефіцієнта усереднення k_y, відповідно. [1]

Середньовипрямлені та середньоквадратичні значення сигналу є інтегральними. Під час їх вимірювання відбувається усереднення шумів і завад, в тому числі тих, спектр яких збігається зі спектром корисного сигналу, за рахунок чого вони є завадостійкими.

Для дослідження ефективності запропонованого метода та порівняння його з класичними методами вимірювання амплітуди доцільно розробити модель у вигляді віртуального макету в програмному середовищі LabVIEW. [2]

Результати досліджень та розробки. Для вирішення поставленої задачі було розроблено структурну схему віртуального макету для дослідження методів вимірювання амплітуди, яка зображена на рисунку 1.

На рисунку 1 позначено: БВД – блок вводу даних; ГС – генератор сигналу; ГШ – генератор шуму; С – суматор; Ф – фільтр низьких частот; К – комутатор, БВПС – блок визначення параметрів сигналу; БВІ – блок відображення інформації.

Схема працює наступним чином. За допомогою БВД задаються вхідні параметри: сигналу (форма, амплітуда, частота, кількість періодів, скважність), шуму (амплітуда), фільтра (порядок, частота зрізу). Вхідні дані поступають на

ГС, ГШ і Ф. ГС генерує електричний сигнал заданої форми з відповідними параметрами. ГШ генерує шум з заданою амплітудою. Сигнал та шум поступають на суматор С. Сумарний сигнал через комутатор К подається на БВПС або безпосередньо, або через фільтр Ф, який призначений для дослідження ефективності попередньої фільтрації.

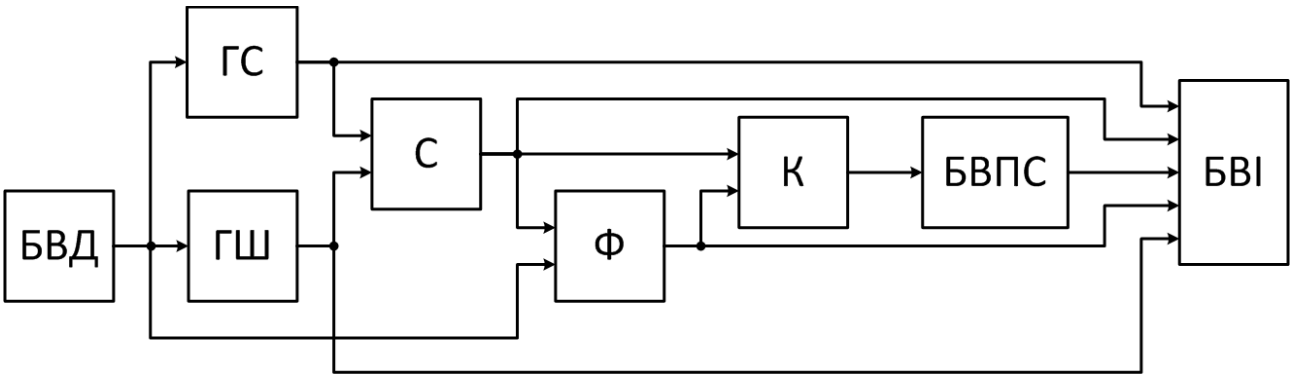


Рис. 1. Структурна схема для дослідження методу

У БВПС визначаються:

- амплітудне значення сигналу U_a за допомогою перетворювача амплітудних значень;
- середньовипрямлене значення сигналу $U_{св}$ за допомогою перетворювача середньовипрямлених значень;
- діюче значення сигналу $U_д$ за допомогою перетворювача середньоквадратичних значень;
- коефіцієнт амплітуди k_a, як відношення амплітудного значення до діючого;
- коефіцієнт усереднення k_y, як відношення амплітудного значення до середньовипрямленого;
- скореговане амплітудне значення сигналу $U_a k_a$ шляхом множення виміряного середньовипрямленого значення на стандартний коефіцієнт усереднення для обраної форми сигналу;
- скореговане амплітудне значення сигналу $U_a k_y$ шляхом множення виміряного діючого значення на стандартний коефіцієнт амплітуди для обраної форми сигналу.

Блок візуалізації служить для відображення результатів вимірювань та розрахунків; а також відображення згенерованого сигналу та шуму, сумарного сигналу та сигналу після ФНЧ.

Запропонована структурна схема була реалізована в середовищі LabVIEW. Розглянемо реалізацію основних блоків схеми.

ГС включає в себе генератори синусоїдального, трикутного, пилкоподібного, прямокутного і трапецеїдального сигналів. Для всіх форм встановлюються значення частоти, амплітуди, початкової фази, кількості періодів і точок дискретизації. Діаграма генератора сигналу зображена на рисунку 2.

ГШ формує псевдовипадковий білий шум в межах [-A; A] з рівномірним законом розподілу, де A - амплітуда шуму, що задається. Діаграма генератора шуму зображена на рисунку 3.

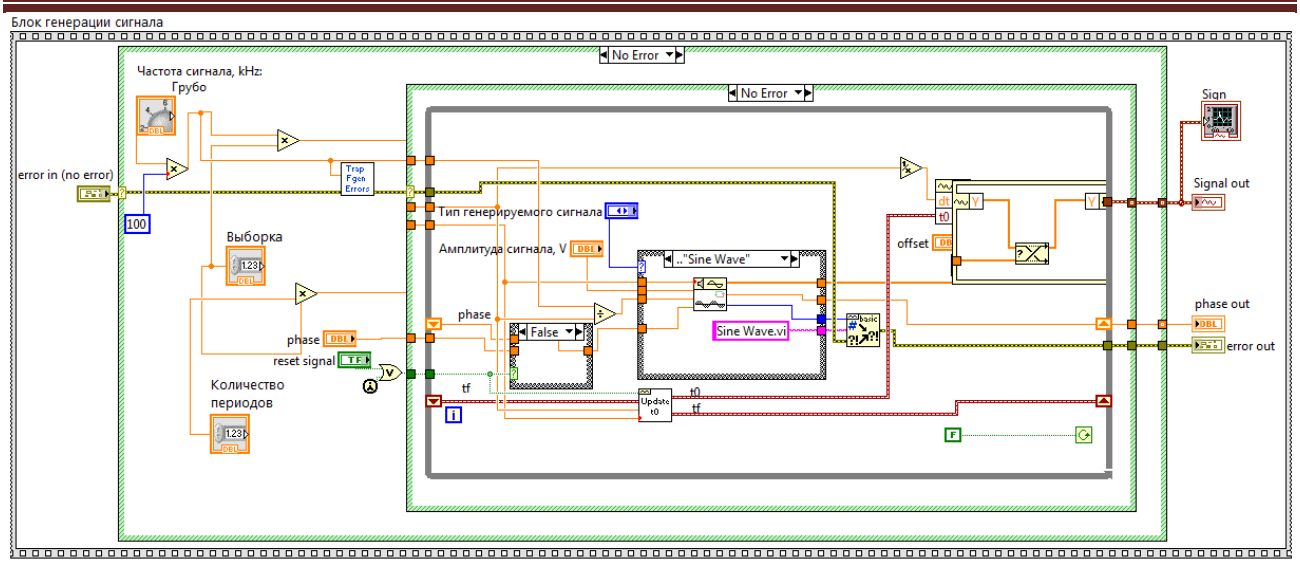


Рис. 2. Генератор сигналу

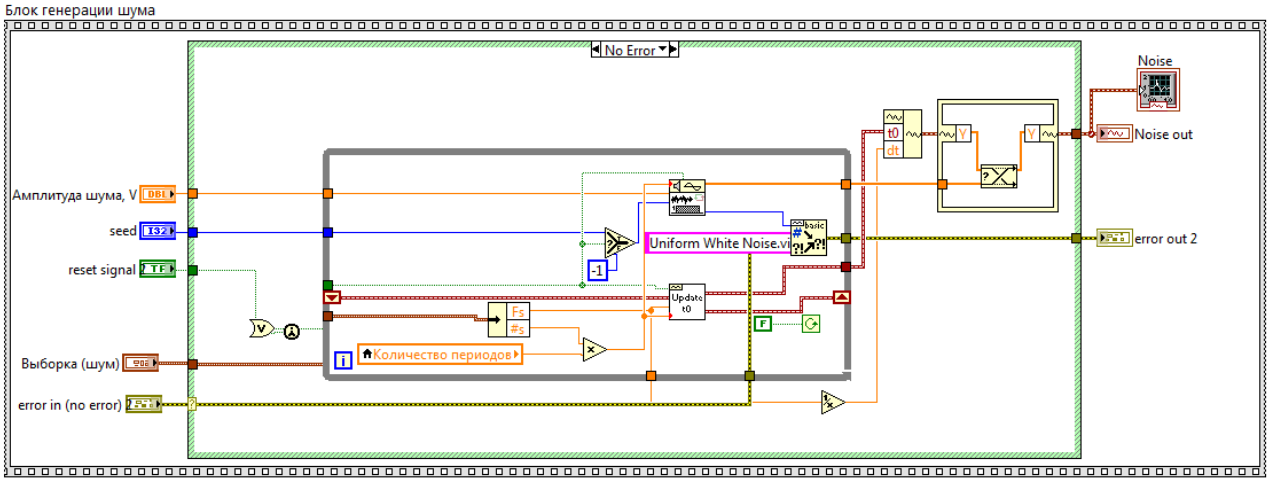


Рис. 3. Генератор шуму

Діаграма блоків фільтрації сигналу та визначення параметрів сигналу представлена на рисунку 4.

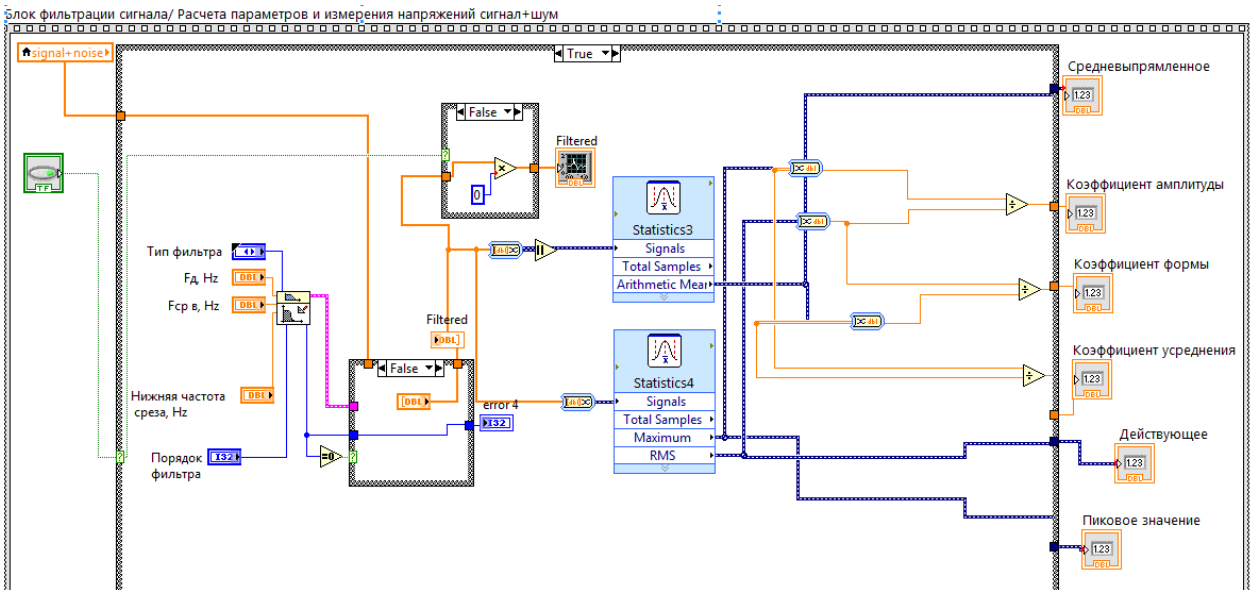


Рис. 4. Блок фільтрації сигналу та визначення параметрів сигналу

Фільтр Ф, комутатор К та БВПС реалізовані в межах однієї Case-структури. Для дослідження ефективності фільтрації можлива установка порядку фільтра та його нижньої частоти зрізу. БПВС здійснює визначення всіх параметрів, що були вказані вище.

При створенні панелі користувача були застосовані традиційні елементи, що характерні для реальних приладів подібного призначення. Для відображення числових результатів, зокрема, були створені цифрові семисегментні індикатори. Графічна інформація на виході відповідних блоків представляється в 4-х окремих вкладках («Сигнал», «Шум», «Сигнал+шум», «Сигнал після ФНЧ»), що обираються користувачем. Панель користувача віртуального макету для дослідження методів вимірювання амплітуди представлена на рисунку 5.

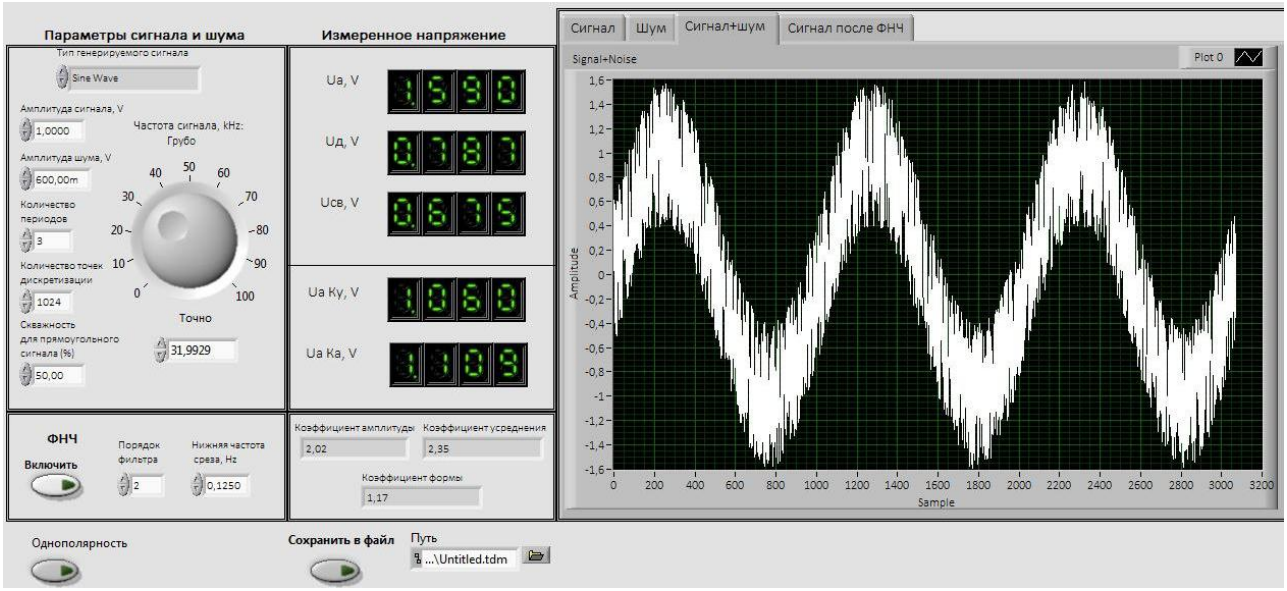


Рис. 5. Панель користувача віртуального макету

Висновки. Амплітуда сигналу може бути визначена за результатами вимірювання середньоквадратичного $U_д$ та/або середньовипрямленого $U_{св}$ значень сигналу, та за відомими значеннями коефіцієнта амплітуди k_a та/або коефіцієнта усереднення k_y, відповідно. Для дослідження ефективності запропонованого методу в порівнянні з класичними методами вимірювання амплітуди був розроблений віртуальний макет для дослідження точності методів вимірювання амплітуди.

Напрямком подальших дослідження є проведення за допомогою розробленого віртуального макету експериментів з метою підтвердження ефективності запропонованого метода.

Література

1. Бобков Ю.В. Підвищення точності вимірювання амплітуди в безконтактних приладах контролю товщини полімерних плівок / Бобков Ю.В., Бобков О.Ю.// XI Міжнародна науково-технічна конференція «Гіротехнології, навігація, керування рухом і конструювання авіаційно -космічної техніки»: Збірка доповідей. - К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. - С. 35-38

2. Батоврин В.К. LabVIEW. Практикум по основам измерительных технологий / Батоврин В.К., Бессонов А.С., Мошкин В.В., Папуловский В.Ф. – 2-е изд, переработ. и доп. - М.: Д М К Пресс, 2009 - 232 с

УДК 621.311

БОБКОВ Ю.В., ОСІНЦЕВА М.Б.

ВІРТУАЛЬНИЙ МАКЕТ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ФОРМИ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИГНАЛІВ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна, mashaosintseva08@gmail.com

Вступ. Розпізнавання форми електричних сигналів (ФЕС) застосовується в багатьох сферах науки і техніки, оскільки сигнал – це коливання, яке несе в собі певну інформацію або повідомлення. Розпізнавання ФЕС використовується в медицині, електротехніці, обчислювальній та інформаційно-вимірювальній техніці, ехо- та радіолокаційних системах, метеорології, в енергетиці тощо. Також форма електричного сигналу часто характеризує правильність роботи електричних і електронних пристроїв. Наприклад, в генераторах електричних сигналів на виході повинен формуватися сталий сигнал заданої форми та з заданими параметрами. При надходженні на вхід більшості електричних і електронних пристроїв сигналу відомої сталої форми на їх виході повинен формуватися також сталий електричний сигнал відомої форми, що не обов'язково повторює форму вхідного сигналу. Так, наприклад, при проходженні через інтегратор сигналу типу «меандр» на його виході повинен формуватися електричний сигнал трикутної форми.

На сьогоднішній день існує багато систем та приладів, які вирішують задачу дослідження і розпізнавання форми електричних сигналів. Найпростіші з них – осцилографи, самописні прилади, вимірювальні магнітографи. З більш сучасних – це електрокардіографи та електроенцефалографи, дефектоскопи, різні системи, в яких використовуються методи вейвлетного перетворення, нейронних мереж, розпізнавання образів. В той же час для аналізу сигналів простої форми можна застосовувати більш прості підходи.

Постановка задачі. Для аналізу роботоздатності активних (генератори) та пасивних (інтегратори, операційні підсилювачі, диференціатори тощо) чотириполюсників можна застосовувати визначення форми сигналів на їх виході. Відмінність форми вихідного сигналу досліджуваного приладу від форми сигналу такого ж самого роботоздатного приладу є ознакою його технічної несправності. Це дозволяє застосовувати автоматизовану систему розпізнавання ФЕС для діагностики чотириполюсників. У випадку, коли форма сигналу є відомою та сталою, пропонується для її визначення застосовувати коефіцієнти амплітуди, усереднення і форми. При цьому для дослідження більшості чотириполюсників достатнім є застосування синусоїдальної, трикутної та прямокутної форм сигналів, для яких коефіцієнти амплітуди, усереднення і форми є відомими.[1]

Для дослідження запропонованого способу доцільно розробити модель у вигляді віртуального макету системи розпізнавання ФЕС в графічному середовищі розробки додатків LabVIEW.

Результати досліджень та розробки. Для вирішення поставленої задачі було розроблено структурну схему віртуального макету системи розпізнавання ФЕС, яка зображена на рисунку 1.

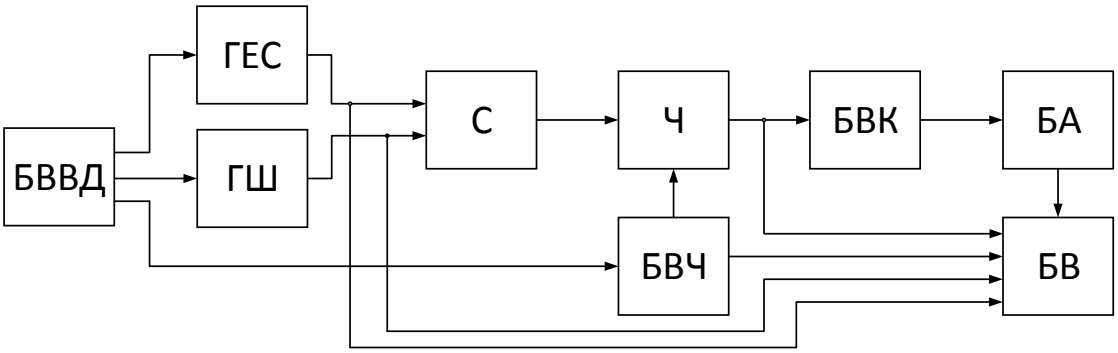


Рис. 1. Структурна схема віртуального макету системи розпізнавання ФЕС

На рисунку 1 позначено: БВВД – блок вводу вхідних даних; ГЕС – генератор електричних сигналів; ГШ – генератор шуму; С – суматор; БВЧ – блок вибору чотириполюсника; Ч – чотириполюсник; БВК – блок визначення коефіцієнтів; БА – блок аналізу; БВ – блок візуалізації.

Робота схеми пояснюється наступним чином. За допомогою БВВД задаються вхідні дані: форма сигналу (синусоїдальна, прямокутна, трикутна), параметри сигналу (частота, амплітуда, фаза, скважність), параметри шумової складової (амплітуда шуму або режим його відключення), режими підключення або відключення чотириполюсника, параметри чотириполюсника. ,тип пасивного чотириполюсника (інтегратор, диференціатор, операційний підсилювач). Вхідні дані поступають на ГЕС, ГШ і БВЧ. На виході ГЕС формується електричний сигнал заданої форми з відповідними параметрами, що поступає на суматор С. У випадку підключення генератора шуму, на другий вхід суматора С подається сигнал шуму з заданою амплітудою. Сумарний сигнал поступає на обраний за допомогою БВЧ пасивний чотириполюсник: інтегратор, диференціатор, операційний підсилювач. У випадку дослідження активного чотириполюсника в його якості виступає генератор електричних сигналів і чотириполюсник Ч в цьому випадку відключений. Далі сигнал поступає на БВК, в якому розраховуються значення коефіцієнтів амплітуди, усереднення і форми на основі виміряних амплітудного, середньовипрямленого і середньоквадратичного значень сигналу. Отримані значення коефіцієнтів передаються на БА, де за результатами порівняння зі стандартними значеннями коефіцієнтів для сигналів відомої форми, визначається форма досліджуваного сигналу. При невідповідності значень коефіцієнтів і визначеної форми сигналу стандартним заданим формам можна зробити висновок про нероботоздатність активного чи пасивного чотириполюсника, що досліджується. Блок візуалізації служить для відображення вихідних даних відповідних блоків, а також відображення результату розпізнавання форми сигналу: синусоїдальна, трикутна або прямокутна.

Запропонована структурна схема була реалізована в середовищі LabVIEW [2]. Діаграма віртуального макету системи розпізнавання ФЕС, розроблена в

середовищі LabVIEW, зображена на рисунку 2. Блок вводу вхідних даних реалізовано за допомогою: експрес-блоків «Knob», через які з передньої панелі користувача задаються значення вхідних даних; експрес-блоків «Ring control», «Rocker» і «Toggle switch», які відповідають за вибір форми корисного сигналу, підключення шумової складової, підключення і вибір чотириполюсників.

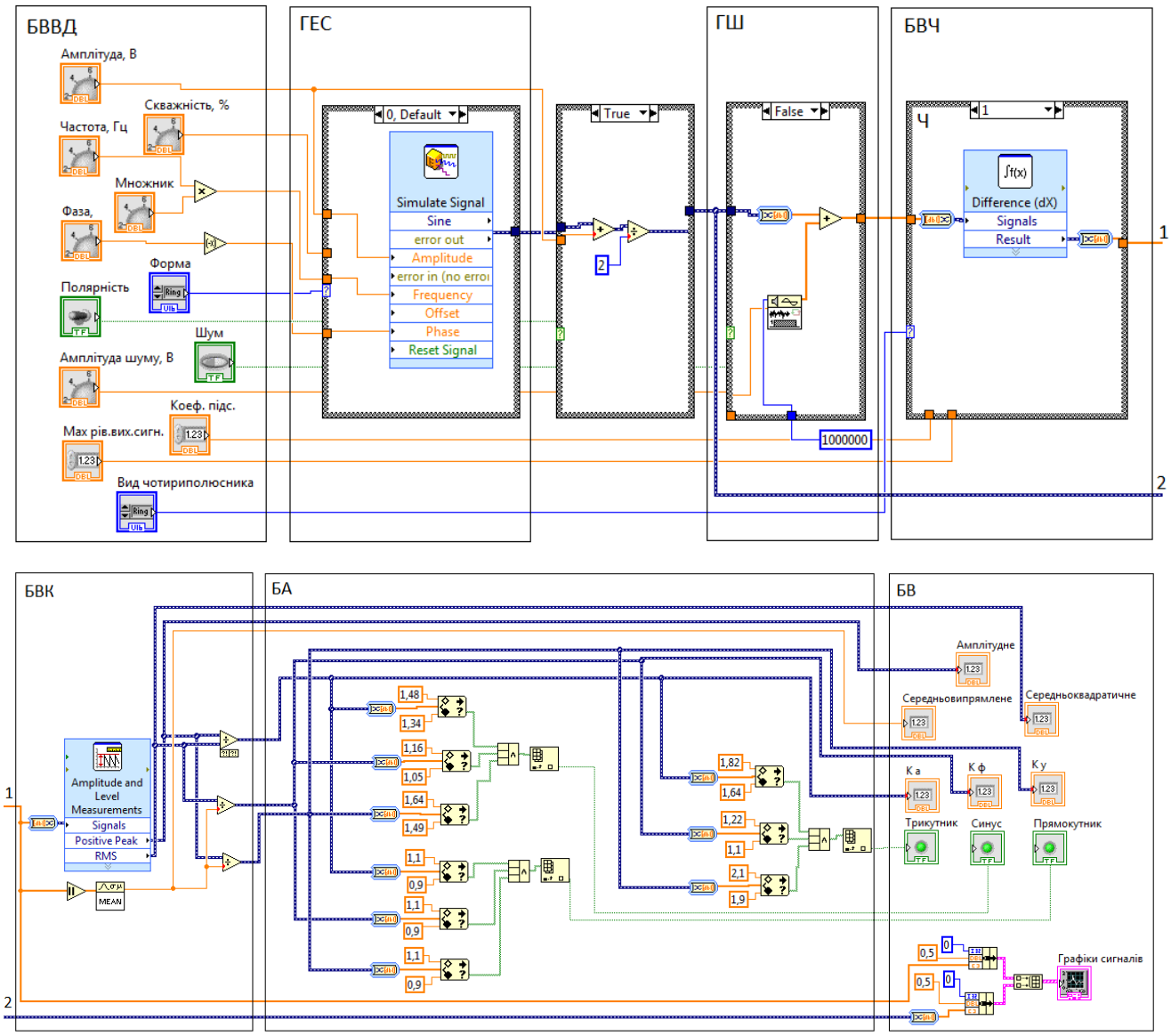


Рис. 2. Діаграма віртуального макету системи розпізнавання ФЕС в в середовищі LabVIEW

Для ГЕС обрано блок «Simulate Signal Express». Вибір необхідного сигналу відбувається за допомогою структури «Case». ГШ реалізовано за допомогою блоку «Uniform White Noise», який генерує білий шум необхідної амплітуди. Суматором електричного сигналу і шумової складової обрано функцію «Add Function». Чотириполюсники (диференціатор та інтегратор) реалізовані за допомогою блока «Time Domain Math Express». Операційний підсилювач з обмежувачем задається функцією «In Range and Coerce». Підключення ГШ і чотириполюсників відбувається за допомогою структури «Case». БВК

реалізовано за допомогою експрес-блоків «Amplitude and Level Measurements Express» і «Mean», де визначаються амплітудне, середньовипрямлене і середньоквадратичне значення сигналу, а також математичної функції «Divide», яка відповідає за розрахунок коефіцієнтів амплітуди, усереднення і форми. БА відтворений за допомогою логічних функцій з панелі «Boolean». Блок візуалізації побудований з експрес-блоків «Numeric Indicator», «Round LED» і «Waveform Graph», які на передній панелі користувача відображають відповідні графіки сигналів і вихідні дані.

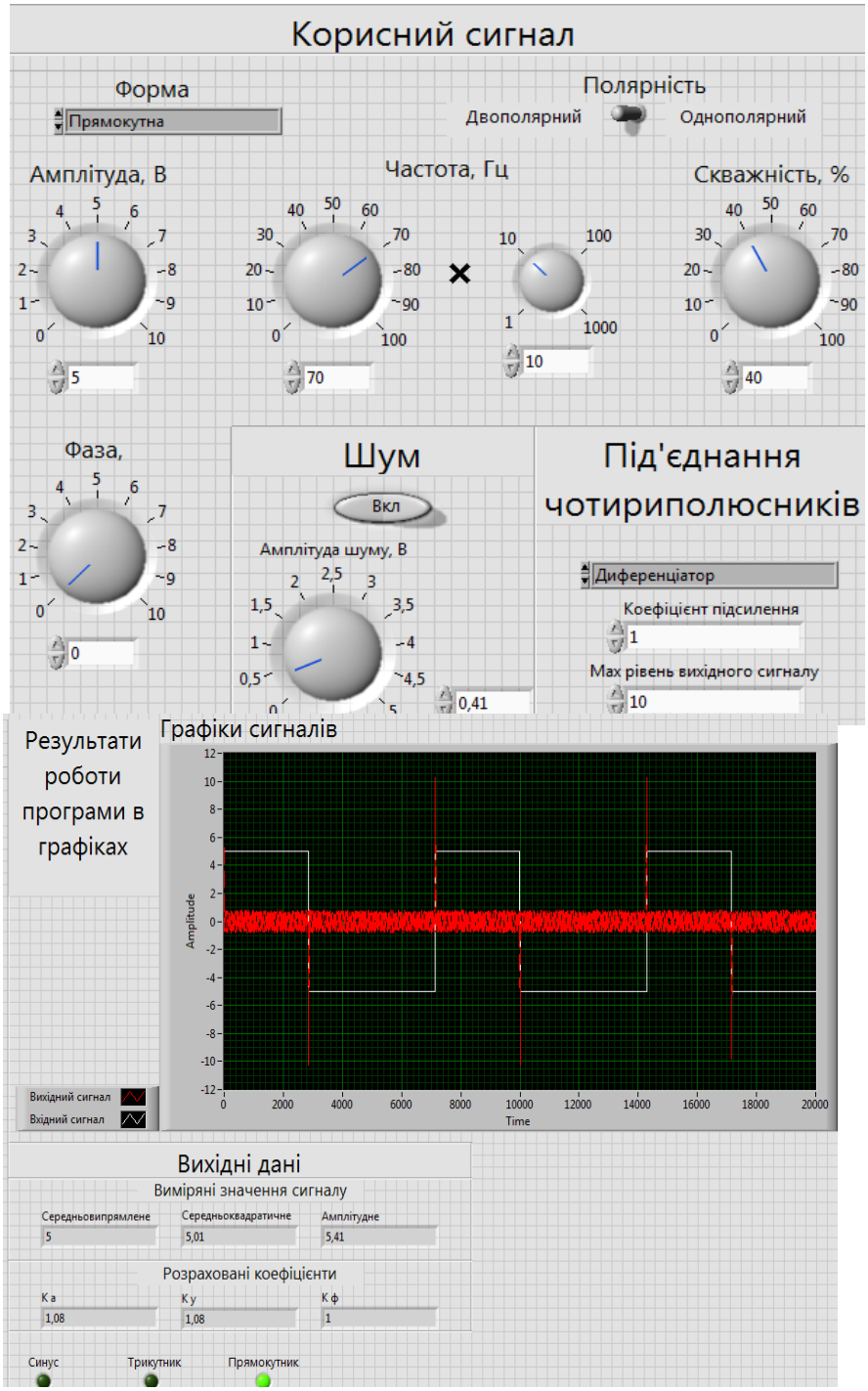


Рис. 3. Панель користувача віртуального макету системи розпізнавання ФЕС

Панель користувача віртуального макету системи розпізнавання ФЕС має вигляд, представлений на рисунку 3.

За допомогою інтуїтивно зрозумілих структур (аналогових та цифрових регуляторів, вікон вибору з випадаючим меню, тощо) реалізується введення всіх необхідних даних до БВВД.

На відповідних елементах відображення (числові, логічні, графічні індикатори) надаються вихідні дані: виміряні амплітудне, середньовипрямлене і середньоквадратичне значення сигналу; розраховані значення коефіцієнтів амплітуди, усереднення і форми. Також виводиться графічна інформація щодо сигналу обраної форми, шумової складової, сигналу на виході обраного пасивного чотириполюсника. Результати розпізнавання форми електричного сигналу відображаються включенням індикації відповідної форми сигналу.

Висновки. Аналіз роботоздатності активного чи пасивного чотириполюсника може бути визначений за формою сигналу на його виході. Для визначення форми простого сигналу синусоїдальної, трикутної або прямокутної форми запропоновано використовувати коефіцієнти амплітуди, усереднення і форми. Для дослідження запропонованого способу був розроблений віртуальний макет системи розпізнавання форми електричних сигналів.

Напрямком подальшого дослідження є проведення за допомогою розробленого віртуального макету експериментів для різних параметрів електричних сигналів заданих форм при наявності чи відсутності шуму та для різних видів активних і пасивних чотириполюсників.

Література

1. Щерба А. А., Рябенький В. М. та ін. – «Електротехніка та електроніка» – Київ:. «Корнійчук», 2007р. - 490 с.

2. Бутирін П. А., Васьковська Т. А. та ін.–«Автоматизація фізичних дослідів та експерименту: комп'ютерні вимірювання і віртуальні прилади на базі LabView»– Москва«ДМК», 2005 р.- 264 с.

УДК 616.1; 681.5.08

БОДАК І.Є.[1], ШАНТИР С.В.[2]

ЕЛЕКТРОКАРДІОЛОГІЧНИЙ КОМПЛЕКС СПОСТЕРЕЖЕННЯ СТАНУ ЛЮДИНИ В УМОВАХ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,Київ, Україна, [1]bodak.iryna@gmail.com, [2]shantyr.sv@gmail.com

Вступ. Реєстрація і аналіз електрокардіограм (ЕКГ), як широко поширений та найбільш інформативний процес отримання із ЕКГ діагностичної інформації, традиційно виконується в чотири етапи: введення ЕКГ; фільтрація ЕКГ; розпізнавання характерних елементів ЕКГ і вимірювання відповідних параметрів; інтерпретація і класифікація ЕКГ. В залежності від мети дослідження виділяють три категорії ЕКГ: ЕКГ покою; ЕКГ навантаження; ЕКГ-моніторинг. Відомі методи кардіології, використовують 12 відведень, сформованих на основі електричних процесів серця, які охоплюють частотний діапазон 0,15 Hz…80 Hz при рівні електричних сигналів 1 μV…10 mV [1]. Спостереження стану людини в умовах фізичних навантажень пов’язано з проблемою вибору оптимального методу аналізу кардіологічних процесів та побудовою електрокардіологічного комплексу для отримання результатів ЕКГ-аналізу при заданій достовірності в умовах нестаціонарності ЕКГ-сигналу в режимі реального часу.

Постановка задачі. Метою роботи є дослідження зміни параметрів ЕКГ в умовах фізичного навантаження і побудова електрокардіографічного комплексу (ЕКК) спостереження стану людини в умовах фізичних навантажень в режимі реального часу.

Результати досліджень та розробки. ЕКГ – це сукупність відведень, кожне з яких є електричною активністю серця за визначений проміжок часу, яка в аспекті аналізу подається як випадковий нестаціонарний процес. Тобто, процес статистичні характеристики (перший та другий моменти) якого випадково змінюються в часі на інтервалі аналізу, що значно ускладнює аналіз і відповідно інтерпретацію та класифікацію ЕКГ. Взагалі в ЕКГ-аналізі застосовуються традиційні методи обробки та аналізу випадкових сигналів, які дають достовірні результати лише за умови стаціонарності та ергодичності процесу на інтервалі аналізу [2]. Тому для підвищення достовірності отриманих результатів ЕКГ-аналізу треба виконувати адаптацію до вихідного кардіологічного процесу, щоб задовольнити припущення що до стаціонарності та ергодичності на інтервалі аналізу. Для категорій ЕКГ покою та ЕКГ-моніторингу, які не критичні до умов експерименту, можна виконати таку адаптацію, для категорії ЕКГ навантаження виникають проблеми з узгодженням часових інтервалів та формуванням реалізацій вибіркових значень ЕКГ-сигналів. В умовах фізичних навантажень кардіологічні процеси мають частотний діапазон до 1000 Hz та більш виражену властивість нестаціонарності. Це висуває жорсткі вимоги до методів та продуктивності системи.

В роботі запропоновано архітектуру ЕКК (рис. 1), яка відрізняється від існуючих складом блоків, наявністю моделі навантажень і алгоритмом захисту від фізичних перенавантажень, алгоритмом обробки кардіологічних процесів з урахуванням вимог до достовірності результатів та продуктивності.

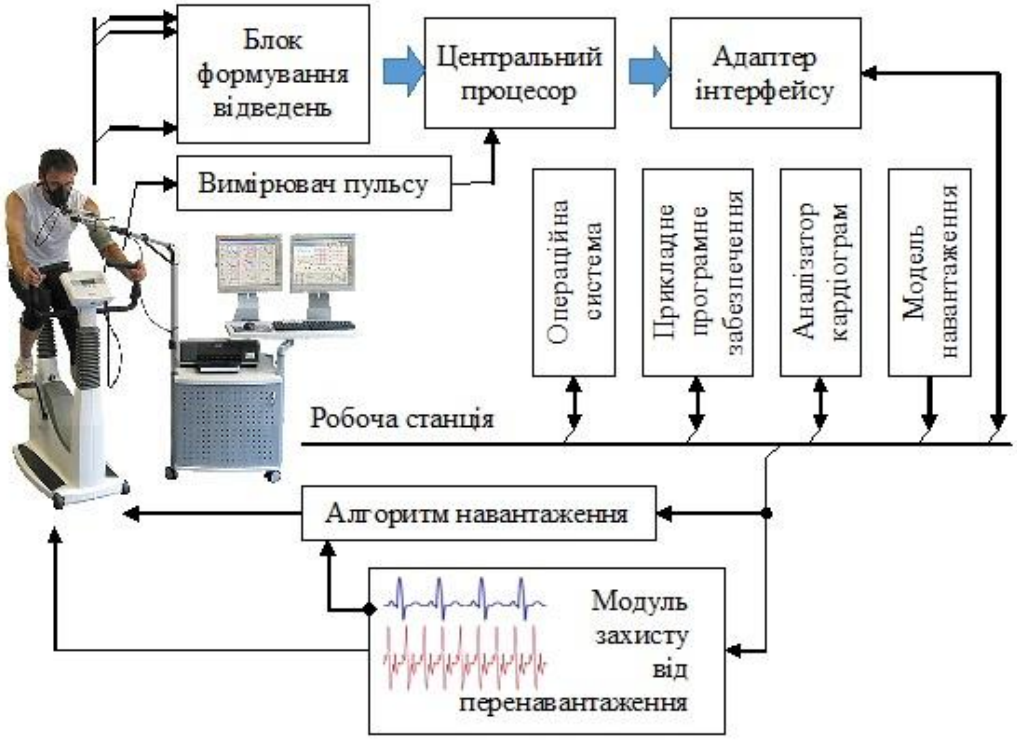


Рис. 1. ЕКК спостереження стану людини в умовах навантаження

Вихідний кардіологічний процес з 12-ти відведень формується електричними потенціалами з 10-ти сенсорів за методикою [3] - 3 стандартних відведення, 3 посилених однополюсних відведень від кінцівок і 6 грудних відведень. Сигнали сформованих відведень перетворюються до цифрової форми та подаються на центральний процесор для експрес аналізу ЕКГ. Для підвищення продуктивності аналізу виконується синхронізація імпульсним сигналом з каналу вимірювання пульсу. Остаточний ЕКГ-аналіз відповідно до методики дослідження при навантаженнях виконує комп'ютерна робоча станція.

Висновки. В роботі виконано аналіз методів аналізу кардіологічних процесів в умовах нестаціонарності ЕКГ-сигналу. На основі виконаного аналізу запропоновано архітектуру та алгоритм функціонування ЕКК спостереження стану людини в умовах фізичних навантажень в режимі реального часу. Виконано дослідження алгоритму функціонування, яке підтвердило відповідність запропонованої архітектури що до поставленої задачі.

Література

1. Микрокомпьютеры в физиологии: Пер. с англ./ Под ред. П. Фрейзера. –М.: Мир, 1990. – 383 с., ил..

2. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных: Пер. с англ. –М.: Мир, 1989. – 540 с.: ил.

3. В.В. Мурашко, А.В. Скрутинский. Электрокардиография – М:Мир, 1987 г. -201с.

УДК 681.128

БУГРЄЄВ С.С.[1], ЯРЕМЧУК Н.А.[2]

ВИМІРЮВАЧ РІВНЯ СМІТТЯ В ПІДХЕМНІЙ УРНІ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,Київ, Україна, [1]bugreevich@gmail.com, [2]faks ivt.@i.ua

Вступ. В міському господарстві Києва, за прикладом європейських міст, розробляється система розміщення підземних сміттєвих урн. У зв'язку з чим, виникає проблема визначення рівня сміття в урні і групового середнього рівня для декількох урн, з метою оптимізації завантаження сміттєзбиральної техніки.

Постановка задачі. Вирішується задача розробки системи для визначення рівня підземних сміттєвих урн з використанням нечіткої логіки. Для цього застосовується перетворення виміряних значень до категоризованих (вербальних), а для обробки і визначення рівня заповнення декількох урн використовуються оператори нечіткої логіки. Крім того вирішується задача створення повністю автономної системи.

Зміст дослідження. Вимірювач рівня в урні представляє собою автономну систему, для вимірювання та передачі даних до сервера для подальшої обробки. Схема вимірювача рівня урни має наступні елементи: лазерний датчик рівня, датчик температури, Global system for Mobile Communication модуль (GSM), цифрові перемикачі, регулятор напруги, контролер заряду, сонячні панелі, перетворювач напруга-струм, акумулятор, мікроконтролер, блок пожежогасіння.

Автономність системи лежить у власному джерелі живлення (акумулятора), який живить усю периферію, та сонячного модуля для заряду самого акумулятора. Так як система має особисте живлення, для її економії на схемі представлені цифрові ключі, або перемикачі живлення, які подають живлення до GSM модулю, датчика рівня та перетворювача напруга-струм. Також для економії енергії, мікроконтролер переходить у режим сну та прокидається завдяки сигналу переривання, яке надходить від Real Time Clock (роботи годинників реального часу).

Основні дані, які передаються від GSM модулю до сервера, являються перш за все виміряна відстань датчиком рівня представлена у mm, та інші дані типу: температура в урні, напруга та струм що видається сонячними панелями, сигнал тривоги про пожежу, стан заряду батареї.

Для визначення моменту заповнення сміттям в урні, максимальна глибина якої 2400 mm, використовуємо перехід до вербальної шкали. В якості даних, будуть використовуватись вербальні про рівень заповнення. Тому назви впорядкованих класів еквівалентності проводять перетворення до вербальних класів еквівалентності. Для перетворення цих даних використовується лінгвістична нечітка змінна [1] для величини "рівень заповнення урни". Терм-множина нечіткої змінної визначається як T={"мінімальна довжина", "менше половини довжини", "половина довжини", "більше половини довжини", "максимальна довжина"}={T1 (10-300 mm), T2 (300-900 mm), T3 (900-1500

mm), T4 (1500-2100 mm), T5 (2100-2400 mm)} для однієї урни. При формуванні функцій належності застосовується аналіз похибок вимірювання рівня сміття, при цьому враховується вплив щільності сміття, зміни коефіцієнту відбиття в залежності від кольору сміття і форми насипу сміття. Загальна похибка визначає перехідну область між терм-множинами, де значення функції належності змінюється від 1 до 0. За допомогою бази правил, яка буде приймати рішення про попадання значення до одного з п'яти термів, буде визначатися тільки вербальний рівень заповнення урни. Якщо результат вимірювання знаходиться в перехідній області між терм-множинами, завершальне рішення про вербальний рівень заповнення приймається за максимом функції належності.

Використовуючи контрольні карти, визначаємо потрібний момент заповнення декількох урн. Рівні заповнення окремих урн збирають у вибірку вербальних рівнів, ранжують вибірку за відношенням порядку між терм-множинами і використовують оператор нечіткої логіки OWA [2]. Для представлення середнього рівня заповнення декількох урн, використовуємо оператор OWA. Формула застосування оператора OWA наступна:

$$OWA = \underset{k=1}{\overset{n}{Max}}[\mathrm{Min}\{\mathrm{Q(k)}, \mathrm{b}_k\}],$$

де: $Q(\mathrm{k}) = \mathrm{S}_{f(\mathrm{k})}$, $k = 1, 2 ... n$ вага оператора OWA. b_k - й елемент зразка.

Для розрахунку $Q(\mathrm{k})$ застосовується формула $f(\mathrm{k}) = \mathrm{Int}\left\{1 + \left[k \cdot \frac{t-1}{n}\right]\right\}$,

де: $\mathrm{S}_{f(\mathrm{k})}$ - це $f(\mathrm{k})$ - й рівень лінгвістичної шкали. Int(a) – функція цілого числа. t– число рівнів. n – об'єм вибірки.

Якщо середній рівень заповнення декількох урн вище заданої границі, одразу надається наказ про відправлення сміттєвозів на той район де розташовані урни, з яких були прийняті дані.

Висновок. Проведено розробку системи для вимірювання рівня сміття в підземній урні. Для прийняття рішення про рівень сміття використана вербальна шкала з нечіткою лінгвістичною змінною. Формування функції належності проведено з урахуванням впливу щільності сміття, змін коефіцієнту відбиття в залежності від кольору сміття і форми насипу. Для опрацювання даних про рівень наповненості декількох урн використано оператори нечіткої логіки, що дають можливість роботи з вербальними даними.

Література

1. Yager, R.R., Nguyen, H., Sugeno, M. & Tong, R., Theoretical of Fuzzy Control. John Wiley & Sons: New York, 1995.

2. Yager, R.R. and Kacprzyk, J., The Ordered Weighted Averaging Operators: Theory, Methodology and Applications, Kluwer: Norwell, MA, 1997.

УДК 621.311.25

БУГРЄЄВ С.С.

СОНЯЧНА СИСТЕМА ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ ТА ПІДТРИМКИ АВТОНОМНОСТІ ВИМІРЮВАЧА РІВНЯ СМІТТЯ В ПІДЗЕМНІЙ УРНІ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,Київ, Україна, bugreevich@gmail.com

Для вимірювача рівня сміття в підземній урні важливим є питання про автономність системи щодо енергоживлення. Тому виникла задача про розробку сонячної системи, її окремих елементів, і принципу розташування сонячних панелей на кришці урни.

Зміст дослідження. Вимірювач рівня в урні представляє собою автономну систему управління елементами, та передачі виміряних даних до сервера. В якості живлення вимірювача використовується акумулятор літій-полімерний на 10000 mA. Для економії постачання напруги до елементів на вимірювачі представлено ключі живлення, які керуються за допомогою мікроконтролера. Для додаткової енергії, а саме заряду блока живлення розроблена сонячна система,яка складається з трьох елементів: контролер заряду (КЗ), призначений для контролю заряду акумулятора; сонячна панель (СП), полікристалічної, виконує функцію живлення акумулятора; ПНС – перетворювач напруга-струм, призначений для визначення струму СП.

Сонячна панель являє собою набір із п’яти полікристалічних панелей розміром 95 x 95 mm. Для кожної СП представлений свій КЗ, оскільки при виході з ладу одного з сонячних панелей інші будуть безперешкодно працювати. КЗ відноситься до високорозвинених лінійних контролерів заряду управління. Сам контролер має наступні блоки: блокування по напрузі для контролю вхідної напруги, три режими заряду, температурна стабілізація, температурне вимикання.

ПНС представляє собою інвертуючий операційний підсилювач на основі rail-to-rail. Дані з ПНС передаються до мікроконтролера для визначення границь подачі струму до акумулятора.

Розташовуватись самі панелі будуть на трапецеїдальній колонці над самою урною. Для кращого сприймання сонячних променів, СП розташовують під кутом в залежності від широти розміщення самого вимірювача [1]. Так як система буде розміщена в Києві, широта якої 50°27′16″ с.м, то для розрахунку кута застосовується спрощена формула: широта множиться на 0,76 плюс 3,1 градуса. В результаті самі панелі будуть розташовані на бічній стороні колонки під кутом 42° для повного сприйняття сонячних променів.

Для захисту та безпеки панелей від механічних пошкоджень зверху буде покладений акрилове скло, світлопроникність якого зіставляє 92 %.

Висновок. Результат роботи є створення реальної системи для живлення та підтримки автономності вимірювача рівня сміття в підземній урні.

Література

1. Т. Байерс. 20 конструкций с солнечными элементами / Пер. с англ. Под ред.М. М. Колтуна. – М.: Мир, 1988. – 197 с.

УДК 621.317.08

ВАСИЛЕВСЬКА Н.В.[1], ГУСАР В.Г.[2], ПАВЛИШИН М.М.[3]

ВИСОКОМОБІЛЬНИЙ ВИМІРЮВАЛЬНИЙ БЕЗПІЛОТНИЙ АГРОРОБОТ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,Київ, Україна, [1]nina.vasilevska@ukr.net, [3]mykola.pavlishin@gmail.com

Вступ. Оцінка поточного стану агроресурсів та прогнозування можливих його змін – є важливою і актуальною проблемою. Саме наявність достовірної інформації про реальний стан агроресурсів стала необхідним фактором в процесі формування управлінських та технологічних рішень в агровиробництві.

Реалізація вимірювальних процедур при визначенні параметрів ґрунту традиційними методами та засобами [1] не дозволяє отримати достовірну інформацію в максимально короткі часові інтервали та інформація, яку дають старі методи і засоби на момент необхідності її застосування – втрачає свою цінність.

Проблемами осучаснення методів реалізації завдань агромоніторингу займаються такі провідні вітчизняні та закордонні вчені, як Ізраель Ю.А., Бурзин К.С., Фейерклаф А.Дж., Ктаг Р. та ін.

Постановка задачі. Пошук та реалізація малозатратних методів та засобів вимірювальної техніки для моніторингу стану агроресурсів та прогнозування його можливих змін.

Результати досліджень та розробки. Спільний аналіз завдань агромоніторингу та метрологічних і технічних характеристик відомих засобів вимірювальної техніки та врахування особливостей практичної реалізації агромоніторингу, а саме: пересування технічних засобів полями, необхідність відбору проб ґрунтів, часові затрати – показують, що сьогодні необхідно використовувати високомобільні технічні засоби експрес-аналізу ґрунтів [2].

Тому автори пропонують використати безпілотний квадрокоптер на борту якого розміщуються відеокамера та поворотна платформа на якій розміщується вимірювальні прилади для вимірювання температури навколишнього середовища, вологості та концентрації CO_2.

В якості приладу для вимірювання температури та вологості повітря пропонуємо використати термогігрометр типу Testo 622/623, в якості портативного вимірювача концентрації CO_2 використати прилад Testo 535.

Обидва прилади це мініатюрні, функціонально закінченні вимірювальні прилади з цифровими відліковими пристроями, вага яких 250-280 грамів, що є дуже важливим для їх розміщення на квадрокоптері.

Алгоритм роботи такого вимірювального агроробота зводиться до того, що після визначення координат знаходження агроробота, які записують у внутрішню пам’ять бортового мікрокомп’ютера (тобто фіксація положення агроробота при його зависанні) включається режим вимірювання перерахованих параметрів або результати вимірювання через відео систему передаються на базову станцію. Весь процес вимірювання всіх трьох

параметрів триває не більше 5 секунд, при цьому показники похибок вимірювання не перевищують значення 0,5-2% [3].

Саме така швидкодія дозволяє зробити оперативне обстеження атмосферного повітря над виробничими площами і при умові, що вимірювання в конкретно визначених точках можна проводити через задані проміжки часу (тобто оцінити динаміку змін значень вимірювальних параметрів) – дозволяє реалізувати коротко та середньостроковий прогноз змін стану поверхні ґрунту, що є дуже важливим для планування термінів реалізації таких технічних процедур, як посів насіння та збирання врожаю [4,5].

Важливою особливістю даної пропозиції є те, що такий вимірювальний робот дозволяє не лише виміряти вибрані параметри довкілля на поверхні ґрунту, але і, що особливо важливо зробити такі вимірювання на різних висотах відносно поверхні землі, а також з малими затратами часу зробити велику кількість вимірювань в горизонтальну площину (для перекриття великих площ). Отримання такої кількості системної інформації про стан біосфери дозволяє не тільки оцінити її поточний стан, але і спрогнозувати можливі зміни стану біосфери особливо в короткостроковий період. Крім цієї особливості важливим фактом є і те, що використання такого вимірювального робота дозволяє створювати багатофакторну базу знань про можливі стани біосфери в зоні агровиробництва в різні астрономічні періоди року, що дозволяє розробляти корегуючи та управлінські рішення по відношенню до окремих технічних процедур технологій посіву та збирання врожаю сільськогосподарських культур.

Висновки. Застосування методів та засобів високомобільного агромоніторингу дозволяє не тільки вчасно отримати достовірну інформацію про поточний стан агроресурсів але і реалізувати прогноз можливих змін стану ґрунтів в короткостроковій перспективі.

Література

1. *Е.Аринушкина. Руководство по химическому анализу почв. Изд-во. Московского университета 1970 – 489 с.*
2. *КПІ-форум. “Sentinel-2 for Agriculture” Міжнародна ініціатива супутникового агромоніторингу GEOG LAM. 2016р.*
3. *Каталог Електроніка і автоматика, Elifa Distrelec, 2015-2016 р., 2575 стор.*
4. *В.І.Кравчук Екологічна експертиза агротехнологій. Вісник Кримського міжнародного інституту рослинництва. 2011 – с. 235 ÷ 329.*
5. *М.Павлишин, В.Кравчук, В.Гусар. Методологія досліджень агротехнологій з застосуванням математичних методів планування експерименту. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №38363 від 11.05.2011.*

УДК 621.317.08

ВАСИЛЕВСЬКА Н.В.[1], ПАВЛИШИН М.М.[2]

ПРОГНОЗУВАННЯ МОЖЛИВИХ ЗМІН СТАНУ ГРУНТУ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ПОТОЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,Київ, Україна, [1]nina.vasilevska@ukr.net, [2]mykola.pavlishin@gmail.com

Вступ. Метод прогнозування - це спосіб дослідження об'єкта прогнозування, спрямований на розробку прогнозу. В даний час існує близько 150 методів прогнозування, але практично використовуються близько 20-30 основних методів.

Методика прогнозування - це сукупність спеціальних прийомів і правил розробки конкретних прогнозів. Прийом прогнозування - це математична або логічна операція, спрямована на отримання конкретних результатів у процесі розробки прогнозів [1, 2].

За ступенем формалізації методи прогнозування поділяються на формалізовані та інтуїтивні.

Формалізовані методи використовуються в тому випадку, коли інформація про об'єкт прогнозування носить в основному кількісний характер, а вплив різних факторів можна описати за допомогою математичних формул.

Інтуїтивні методи застосовуються тоді, коли інформація кількісного характеру про об’єкт прогнозування відсутня або носить в основному якісний характер і вплив факторів неможливо описати математично.

Формалізовані методи поділяються на методи екстраполяції і методи моделювання.

Постановка задачі. Пошук ефективних методів прогнозування можливих змін стану ґрунту за результатами поточних вимірювань та зменшення матеріальних і часових затрат на їх реалізацію.

Результати досліджень та розробки. Порівняльний аналіз можливих методів прогнозування [3,4] з врахуванням можливості мінімізації часових і матеріальних затрат на їх реалізацію дає можливість зробити висновок, що для вирішення поставлених вище задач оптимальним буде використання методу екстраполяції.

Екстраполяція - це метод наукового дослідження, який заснований на поширенні минулих і справжніх тенденцій, закономірностей, зв'язків на майбутній розвиток об'єкта прогнозування. До методів екстраполяції належать метод сковзної середньої, метод експоненціального згладжування, метод найменших квадратів. Мета методів екстраполяції - показати, до якого стану в майбутньому може прийти об'єкт, якщо його розвиток здійснюватиметься з тією ж швидкістю або прискоренням, що і в минулому [3]. Методи екстраполяції досить широко застосовуються на практиці, так як вони прості, дешеві, і не вимагають для розрахунків великої статистичної бази. Використання методів екстраполяції передбачає два допущення, які в більшості випадків характерні для економічних процесів: основні фактори, тенденції

минулого збережуть свій прояв у майбутньому; досліджуване явище розвивається по плавній траєкторії, яку можна виразити, описати математично.

Розробка прогнозу за допомогою методу найменших квадратів.

Суть методу найменших квадратів полягає в мінімізації суми квадратичних відхилень між величинами, що спостерігаються і розрахунковими величинами. Розрахункові величини знаходяться по підібраному рівнянню - рівнянню регресії. Чим менше відстань між фактичними значеннями і розрахунковими, тим більш точний прогноз, побудований на основі рівняння регресії.

Прогнозування на основі методу експоненціального згладжування.

Метод експоненціального згладжування найбільш ефективний при розробці середньострокових прогнозів. Він прийнятний при прогнозуванні тільки на один період вперед. Його основні переваги простота процедури обчислень і можливість обліку ваг вихідної інформації.

Розробка прогнозу за допомогою методу наскрізної середньої.

Метод ковзних середніх є одним з широко відомих методів згладжування часових рядів. Застосовуючи цей метод, можна елімінувати випадкові коливання і отримати значення, відповідні впливу головних чинників. Згладжування за допомогою ковзних середніх засноване на тому, що в середніх величинах взаємно погашаються випадкові відхилення.

Кожен прогноз повинен мати високу точність, що є його найважливішою характеристикою. Існує декілька способів оцінки точності прогнозу:

Середня абсолютна оцінка:

$$\Delta\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_ф - y_p)}{n}, \quad (1)$$

де $y_ф$ - фактичне значення досліджуваного явища, y_p - розрахункове значення досліджуваного явища, n - число рівнів часового ряду;

Середня квадратична оцінка:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(y_ф - y_p)^2}{n}}, \quad (2)$$

Чим ближче до нуля перший та другий показники, тим вище точність прогнозу.

Використання формули (1) та масиву результатів вимірювання поточної температури ґрунту $y_1 ... y_i$ дозволяє розрахувати можливе значення температури ґрунту в короткостроковій перспективі.

Прогнозування можливих змін температури ґрунту з використанням методу екстраполяції зображено на Рис. 1:

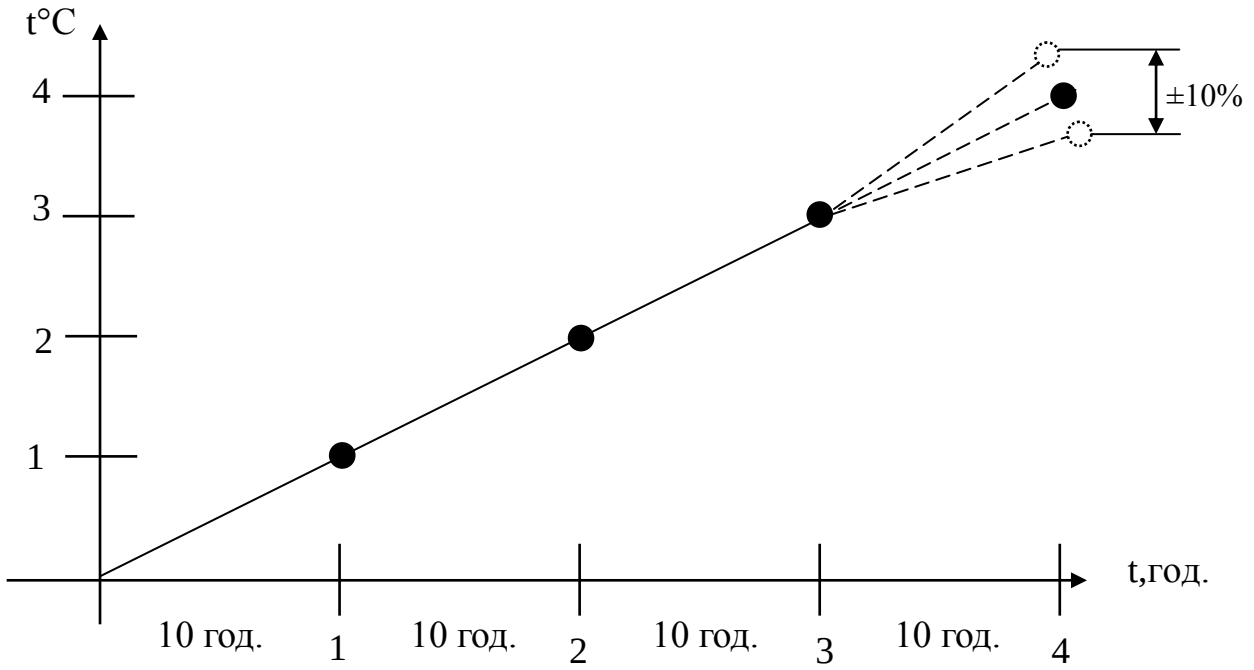


Рис.1 Графік прогнозування можливих змін температури ґрунту з використанням методу екстраполяції.

При цьому середня відносна помилка знаходження прогнозного значення розрахована по формулі (3), не буде перевищувати 10%.

$$\varepsilon = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{\left| y_{\phi} - y_{p} \right|}{y_{\phi}} \cdot 100 \right], \quad (3)$$

Висновки: В роботі виконано порівняльний аналіз методів прогнозування змін стану об’єкту дослідження. Проведені дослідження показали, що найбільш перспективним методом прогнозування змін стану ґрунту за результатами поточного вимірювання - є метод екстраполяції.

Література

1. *М.Н.Микийчук. «Метрологічне забезпечення якості продукції» /Вимірювальна техніка та метрологія. №70. 2009 р.*
2. *М.Павлишин, В.Кравчук, В.Гусар. Методологія досліджень агротехнологій з застосуванням математичних методів планування експерименту. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №38363 від 11.05.2011.*
3. *В.Єременко, Ю.Куц, В.Мокійчук, О.Самойліченко. Статистичний аналіз даних вимірювань К.: НАУ. 2015 – 321 с.*
4. *В.Є. Стинюк, Прогнозування, Київ: «Маклаут», 2008 р., 364 с.*

УДК 681.518.22

ВАСИЛЬЄВА Ю.Д., КРАВЧЕНКО А.А.

АНАЛІЗ КЛАСИЧНОЇ ТА СУЧАСНОЇ ТЕОРІЙ ТЕСТУВАННЯ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна, vasilyevayulia@ukr.net

Вступ. Починаючи з витоків застосування комп'ютерів в навчальному процесі, особлива увага приділялася контролю знань. Технічні засоби навчання, а потім і комп'ютери в першу чергу використовувалися саме для перевірки знань учнів. Раніше контроль знань представляв собою набір гіпертекстових електронних матеріалів і тестів, а зараз це системи з інтелектуалізацією багатьох функцій.

Класична теорія тестування, незважаючи на добре розроблений математичний апарат, прозорість і ясність одержуваних висновків, має принципові недоліки. Зокрема, тестові бали випробовуваних залежать від трудності завдань в тесті, а трудність завдання залежить про вибірки випробовуваних. Великим недоліком класичної теорії є нелінійність тестових балів випробовуваних. Одним із можливих шляхів вирішення цієї проблеми є застосування сучасної теорії тестів – IRT, запропонованої Г. Рашем.

Основним завданням IRT є перехід від індикаторних змінних до латентних параметрів.

IRT набагато ефективніше традиційної теорії тестів, оскільки забезпечує більш високу точність, рівень вимірювань і якість тестів. Це здійснюється завдяки математико-статистичному апарату теорії, що вимагає залучення дорогих програмних продуктів, ретельної стратифікації вибірок випробуваних при розробці тестів і значним трудовитрат на узгодження даних вимірювання до вимог математичних моделей вимірювання. Ці труднощі організатори повинні враховувати при виборі основної теорії конструювання тестів.

Постановка задачі. В роботі проведено аналіз існуючих систем тестування. Виділено недоліки класичної та сучасної теорії тестування. Було запропоновано застосування адаптивної системи тестування на основі IRT, що дозволило забезпечити максимальну інформативність оцінки рівня знань учнів.

Результати досліджень та розробки.

Розробка тестових завдань і обробка результатів тестування дуже важливі, проте не менш важливе значення має порядок пред'явлення завдань учню і метод визначення його рівня знань за результатами тестування, тобто модель тестування. При вимірюванні рівня знань згідно з класичною моделлю тестування, для кожного учня формується тест певної довжини з обраних випадковим чином завдань тестового простору. При цьому тести відрізняються за складністю, і підсумкова оцінка формується за кількістю правильних відповідей з урахуванням вагових коефіцієнтів завдань. Недоліком такого тестування може бути поява ситуацій, коли слабкому студенту попадається складний тест і як наслідок цього - практична відсутність відповідей. Для забезпечення максимальної інформативності результатів контролю необхідно, щоб середня складність, яка пред'являється учню, відповідала його

гіпотетичному рівню навченості. Практично це можна здійснити за допомогою адаптивного тестування. Алгоритм відбору і пред'явлення завдань будується за принципом зворотного зв'язку, коли при правильній відповіді випробуваного чергове завдання вибирається більш складним, а невірна відповідь тягне за собою пред'явлення подальшого легшого завдання, ніж те, на яке випробуваним була дана невірна відповідь. Тому можна виділити основні переваги адаптивного тестування:

1.Дозволяє більш гнучко і точно вимірювати знання учнів.

2.Дозволяє вимірювати знання меншою кількістю завдань, ніж в класичній моделі.

3.Виявляє теми, які учень, знає погано і дозволяє задати по ним ряд додаткових питань.

Поряд із перевагами існує і ряд недоліків застосування адаптивного тестування:

1.Заздалегідь невідомо, скільки питань необхідно задати учню щоб визначити його рівень знань. Якщо питань, закладених в систему тестування, виявляється недостатньо, можна перервати тестування й оцінювати результат по тій кількості питань, на яке відповів учень.

2.Можливе застосування тільки на ЕОМ.

Надійність результатів тестування в даному випадку найвища, тому що здійснюється пристосування під рівень знань конкретного учня, що забезпечує більш високу точність вимірювань.

Однак побудувати адекватну модель тестування складно, так як рівень навченості (як вимірюваний параметр) і трудності тестових завдань (як параметр завдання, що встановлюється при його атестації) мають різні метрики. Первинною інформацією при тестуванні знань є набраний бал учнів або так званий первинний бал. Перевагою цієї оцінки є її простота і наочність. Дійсно, чим більше завдань виконав учень, тим вище його бал.

Однак проблема полягає в тому, що первинний бал істотно залежить від трудності завдань тесту і в іншому тесті він може виявитися іншим, причому сама трудність тесту в свою чергу визначається всім контингентом учнів. Тому бажано мати об'єктивну оцінку рівня підготовленості учнів, що підтверджується у різних тестах та відомий наперед визначений рівень складності завдань. При порівнянні первинних балів необхідно розуміти, що вони є лише індикатором підготовленості учнів, а не її мірою. Теорія тестових завдань (IRT) дозволяє встановити зв'язок між рівнем знань учнів і результатами виконання тестів, що дозволяє визначити рівень знань незалежно від трудності завдань.

У IRT вводиться основне припущення про існування деякого взаємозв'язку між отриманими результатами тестування і латентними якостями випробовуваних, що виконують тест. У однопараметричній моделі Раша передбачається, що відповідь учня обумовлена тільки індивідуальним рівнем навченості учня (θ) і " трудністю " тестового завдання (δ).

$$\theta = \ln\left(\frac{n_{ПР}}{n_{НПР}}\right) + \bar{\delta},$$

де $\bar{\delta} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{k}\delta$ – середня трудність заданого тесту.

Основні переваги IRT перед класичною теорією тестів:

1.IRT перетворює вимірювання, виконані в дихотомічних і порядкових шкалах, в лінійні вимірювання, в результаті якісні дані аналізуються за допомогою кількісних методів.

2.Міра вимірювання параметрів моделі Раша є лінійною, що дозволяє використовувати широкий спектр статистичних процедур для аналізу результатів вимірювань.

3.Оцінка трудності тестових завдань не залежить від вибірки досліджуваних, на яких вона була отримана.

4.Оцінка рівня підготовленості учнів не залежить від використовуваного набору тестових завдань;

5.Неповнота даних (пропуск деяких комбінацій випробуваний - тестове завдання) не є критичним.

За допомогою методів класичної теорії легко провести первинний аналіз якісних характеристик варіантів тесту в цілому, а вже потім за допомогою IRT більш детально досліджувати характеристики завдань. Найбільш ефективно використовувати IRT в ситуаціях, коли у нас вже є сформований (сертифікований) банк тестових завдань. Тому має сенс розглядати спільне застосування двох теорій і всього арсеналу доступних процедур аналізу.

Висновки. Проведені дослідження показали, що до переваг адаптивної моделі тестування з використанням IRT можна віднести наявність безперервної шкали рівня підготовленості, що дозволяє співвідносити між собою результати по різним тестам. Недоліком цієї моделі тестування є необхідність в калібрування, тобто в емпіричному визначенні параметрів завдань, що вимагає досить великої кількості експериментальних даних. Тому параметричні моделі доцільно застосовувати при середньо-і широкомасштабному тестуванні.

Завдяки використанню IRT, адаптивне тестування в цілому відповідає сучасним напрямкам розвитку освіти і відкриває нові можливості в підвищенні ефективності навчальних процесів.

Література

1. *Л. В. Зайцева. Модели и методы адаптации к учащимся в системах компьютерного обучения // Educational Technology & Society. – Nr. 6(3), 2003. – 456 с.*
2. *Л.А. Растригин, М.Х. Эренштейн Адаптивное обучение с моделью обучаемого. / РПИ. - Рига : Зинатне, 1986. - 160 с.*
3. *Ю. В. Нейман, В. А. Хлебников. Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов. – Москва, – 2000 – 168 с.*

УДК 621

ГОДА О. Ю., ПАНЧЕНКО В.В., СМІРНОВ В.О

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ФЕРИТОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна, R_olia@i.ua

Вступ. Будь-який канали інформації можуть працювати як мініатюрні антени, оскільки вони перетворять так звані шуми напруги і струму в електромагнітне випромінювання [1]. Чи не екрановані кабелі випромінюють перешкоди внаслідок протікання по їх мідним провідникам синфазного шуму (common mode шуми, які поширюються по всіх лініях в одному напрямку), поточного в одному напрямку по всім провідникам кабелю. Цей струм створює магнітне поле певної величини і напрямки. Ферит - це феромагнетик, не проводить електричного струму (ферит є магнітним ізолятором) [2-3]. У феритах вихрові струми не створюються, і тому вони дуже швидко перемагнічуються - в такт з частотою зовнішнього електромагнітного поля (на цьому заснована ефективність їх захисних властивостей). Кабельний ферит послаблює шумові струми, захоплюючи магнітне поле і розсіюючи частина його енергії у вигляді тепла. Говорячи мовою електротехніки, феритовий елемент, надітий на кабель, створює великий опір (імпеданс) для синфазних струмів. Раніше для ослаблення шумових струмів застосовувалося дороге екранування кабелів мідної опліткою. Застосування феритових фільтрів дозволило знизити вартість екранування кабелів і підвищити ефективність придушення перешкод.

Феритовий фільтр - пасивний електричний компонент, виготовлений з фериту, що використовується в якості фільтра, для придушення високочастотних перешкод в електричних ланцюгах. Він запобігає спотворення сигналу, що передається по кабелю, від впливу зовнішнього електромагнітного поля, а також перешкоджає випромінюванню електромагнітного поля (перешкод) від кабелю в зовнішнє середовище [3-4].

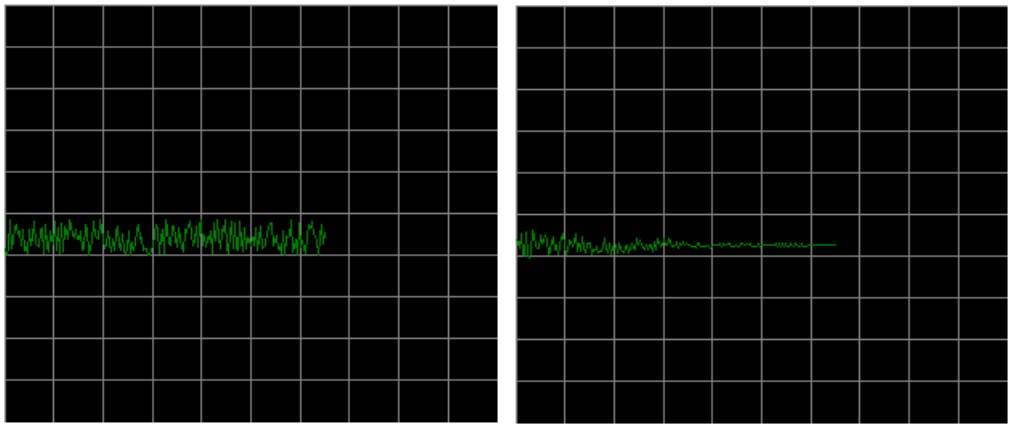
Феритове кільце збільшує індуктивність проходить через нього ділянки дроти в кілька сотень (аж до тисяч) разів, що і забезпечує усунення перешкод високої частоти.

Залишкова намагніченість — намагніченість речовини при нульовій напруженості зовнішнього магнітного поля. Властива для феромагнетиків. Залежить не лише від магнітних властивостей речовини, а й від характеру попередньої дії на неї магнітного поля [3,5].

Постановка задачі. Розробка програмного забезпечення, що відображало б процеси фільтрації високочастотних завад на інформаційних каналах. Показання впливу залишкової намагніченості в колі.

Результати досліджень та розробки. Через широку розповсюдженість використання саме таких типів фільтрів була розроблена програма що моделює механіку впливу фериту на інформативному каналі. А також для більш простого та наочного методу демонстрування залишкової намагніченості.

В частотному відношенні чим вище число на фериті(μ), тим низько частотніший він є. Приклад. Якщо скажімо, нам треба придушити заваду поруч стоїть ЛЕП, то з найбільшим ефектом цього можна буде досягти включивши в ланцюг кабелю (надівши феритові кільця поверх кабелю) - на фериті марках 2000-6000НН. Відображення процесу зниження завади рис. 1(а) при підборі зовнішнього феритового фільтру. Після знаходження потрібного робочого параметру фериту отримали результат (рис.1 (б)). Генерація сигналу завади відбувається випадково.



а) б)

Рис. 1. Моделювання зменшення завади при при підборі зовнішнього феритового фільтру

Для демонстрації впливу на електричне коло залишкової намагніченості наприклад на елементах типу дросель виконано дослід №2, де можливо зафіксувати та оцінити вплив на електричне коло залишкової намагніченості.

Для забезпечення різноманітності результату було обрано різні магнітні матеріали що перебувають під довготривалим впливом (наприклад: дроселі в імпульсних блоках живлення, в радіо схемах [6].)

Висновки. В результаті академічних досліджень було розроблено модель, що допоможе швидко та наочно показувати ключові переваги використання феритових фільтрів , та вплив значення залишкової намагніченості на характеристики силових трансформаторних елементів кола.

Література

1. *Example 25: A ferrite bead // Benjamin Crowell. Simple Nature, Chapter 11. Electromagnetism, 11.7 Electromagnetic Properties of Materials*
2. *К.Б. Мазель. Выпрямители и стабилизаторы напряжения. М-Л.: Госэнергоиздат, 1951 год, стр.55-60.*
3. *Українська радянська енциклопедія : [у 12-ти т.] / гол. ред. М. П. Бажан ; редкол.: О. К. Антонов та ін. — 2-ге вид. — К. : Головна редакція УРЕ, 1974–1985.*
4. *И. Н. Сидоров, А. А. Христинин, С. В. Скорняков. Малогабаритные магнитопроводы и сердечники. Справочник.— М.: Радио и связь, 1989, с. .384,*
5. *А. Миронов. Магнитные материалы и магнитопроводы для импульсных источников питания. — Радио, 2000, №6, с. 53, 54.*
6. *Ферритовые магнитопроводы серии RM фирмы EPCOS. — Радио, 2001, №3, с. 49—51, №10, с. 48—50.*

УДК 621.317.08

ГУСАР В.Т., ВАСИЛЕВСЬКА Н.В., ПАВЛИШИН М.І., СІНГХ Д.Л.

ВИКОРИСТАННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,Київ, Україна, dahaka.den@gmail.com

Вступ. Боротьба с глобальним потеплінням стала важливим завданням провідних держав світу. Підтвердженням цьому є прийнятий в грудні 2015 р. новий проект спільних системних зусиль провідних держав світу по зменшення антропогенного впливу на довкілля, зокрема, на емісію парникових газів. Цей проект отримав назву «Клімат-Париж 2015».

Відомо [1], що основними джерелами викидів парникових газів є: енергетика, транспорт та сільське господарство.

В даній статті мова піде про реалізацію вимог п. 3.4 Кіотського протоколу, а саме, зменшення емісії парникових газів через управління землями сільгоспризначення.

Досвід інших країн, насамперед Канади, [2], показує, що головною вимогою для проведення розрахунків вмісту вуглецю (а як результат і парникового газу – діоксиду вуглецю CO_2) в грунтах – є отримання даних із конкретної сільськогосподарської діяльності.

Отримання таких даних без глибокого вивчення результатів вимірювань агрохімічного складу грунтів (вміст гумусу, органічної речовини, вуглецю, вологи, гранульності, щільності грунту та ін.) – практично неможливе.

Постановка задачі. Вимірювання параметрів грунту є важливим базовим завданням оцінки стану грунтів, тому основною задачею дослідження є розробка методів та засобів реалізації таких завдань.

Результати досліджень. В [2] наведені методики розрахунків (оцінки) можливої емісії і секвестрації CO_2 землями сільгоспризначення. Для України [2] найбільш оптимальною є методика, що отримала назву «Тіер-2». Однак оцінка чи розрахунки за даною методикою мають відносно значну похибку.

Виходом з даної ситуації є не оцінювання (теоретичне), а вимірювання (практичне) концентрації CO_2 над поверхневим шаром грунту, особливо, в процесі його обробки.

Автори рекомендують інформаційно-вимірювальну систему (ІВС) для вимірювання концентрації парникових газів (CO_2, CH_4, N_2O) над поверхневим шаром грунту, структура якої наведена на рисунку 1.

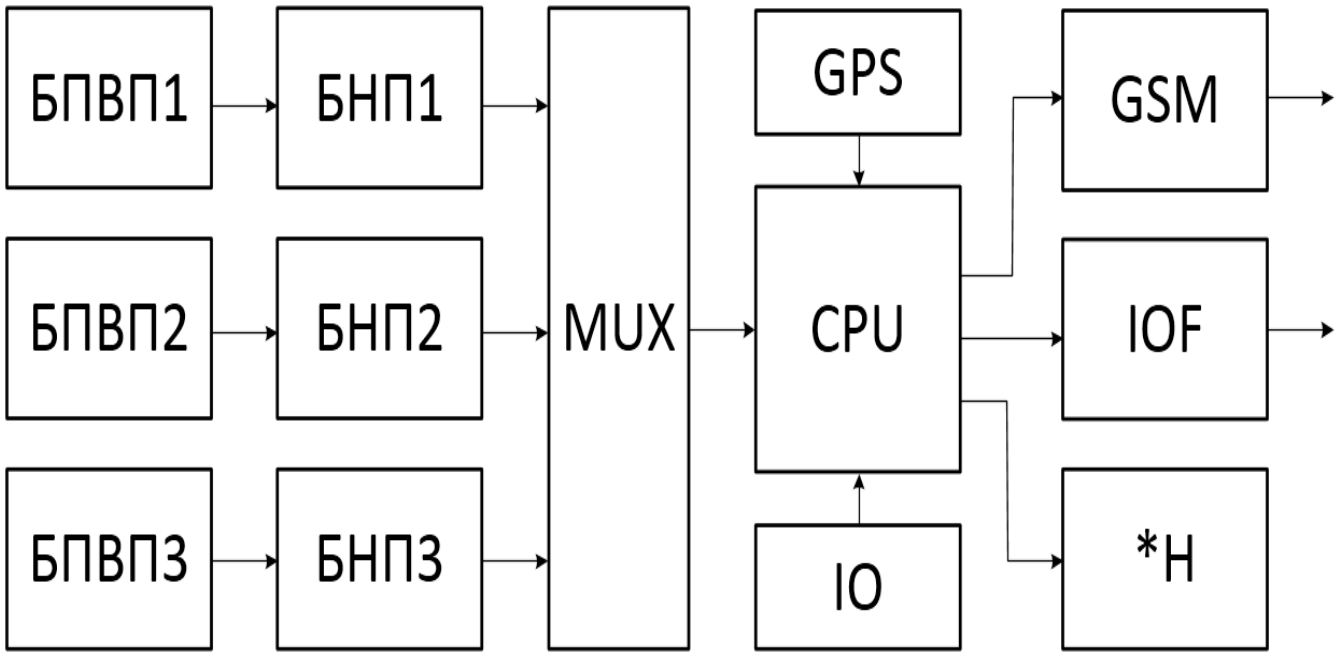


Рисунок 1. Структура ІВС для вимірювання концентрації парникових газів.

На рисунку 1 позначено:

- БПВП (1,2,3) – блоки первинних вимірювальних перетворювачів для, відповідно, парникових газів (CO_2, CH_4, N_2O);
- БНП (1,2,3) – блоки нормуючих пристроїв;
- MUX – програмно керований комутатор – мультиплексом;
- CPU – мікрокомп'ютер;
- IO – пристрій введення інформації;
- GPS – супутникова система позиціонування;
- GSM – система мобільного зв'язку;
- IOF – паралельний інтерфейс;
- *H – пристрій індикації.

В якості мікрокомп'ютера для даної ІВС доцільно використати 16-розрядні мікроконтролери фірми Motorola типу MC68HC12 або MC68HC16, які мають вбудований АЦП на 10 розрядів, розвинені засоби для для від лагодження та програмування мовою С++.

Метрологічні та технічні характеристики даної ІВС визначаються в значній мірі методикою вимірювання, характеристиками первинних вимірювальних перетворювачів, оптимальністю алгоритмів функціонування ІВС, технічними характеристиками мікрокомп'ютера.

В якості первинних вимірювальних перетворювачів (ПВП) пропонуємо застосувати такі ПВП з характеристиками, що наведені в таблиці 1. Більшість з них мають досить широкі можливості щодо попередньої обробки вимірювальної інформації, а також різноманітні сервісні функції.

Таблиця 1 – Характеристики ПВП для вимірювання концентрації парникових газів в атмосфері.

№ п/п	Назва ПВП	Фізична величина, що вимірюється	Діапазон вимірювання	Похибка вимірювання	Виробник	Примітки
1	Кімнатний датчик CO2-R/A	Концентрація CO_2	0…2000 ppm	±50 ppm	ООО «Вектор-Инжинирин» СНД	Автокалібрування, вимірювання температури повітря, цифровий LCD індикатор
2	Канальний датчик CO2-R/A	Концентрація CO_2	0…2000 ppm; 0…5000 ppm; 0…10000 ppm	±50 ppm	ООО «Вектор-Инжинирин» СНД	Автокалібрування
3	Перетворювач концентрації вуглекислого газу в повітрі АГ-05, АГ-06	Концентрація CO_2	0…5000 ppm	±85 ppm	ПАТ «ТЭРА-Украина» м.Чернігів	Цифровий LCD індикатор (АГ-06) інтерфейс RS-485
4	Переносний вимірювач концентрації вуглекислого газу ИТП-4	Концентрація CO_2	0…5000 ppm	±50…±70 ppm	ПАТ «ТЭРА-Украина» м.Чернігів	Цифровий TFT індикатор
5	Твердотільний електроліт. Датчик MG811	Концентрація CO_2	0…10000 ppm	–	ООО «Космодром» м.Харків	
6	Каталітичні датчики горючих газів (MC101-MC116)	Концентрація CO_2	0…4000 ppm	–	ООО «Космодром» м.Харків	
7	Напівпровідникові датчики MQ-9, MQ309A	Концентрація		–	ООО «Космодром» м.Харків	
		CH_4	300…5000 ppm			
		CO	10…500 ppm			
8	Датчик метану	Концентрація	0-2,5 (%	±0,1 (% об.долі)	ООО «ТД«Автома	Цифрова індикація,

	стаціонарний ДМС-03	CH_4	об.долі)		тика» СНД	самодіагностика, довжина лінії зв'язку з ПВП до 50 м
			5-100 (% об.долі)	±3 (% об.долі)		
9	Датчик метана з цифровою обробкою результатів ADT-23-3400	Концентрація CH_4	0…2000 ppm	Зведена похибка ±1%	ООО «Энергометрика» СНД	2 реле з функцією перемикання порогів, цифровий індикатор, інтерфейс RS-485
10	Універсальний інфрачерв. Передавач D12IR	Концентрація		Відносна похибка ±5% від величини	Analytic Technology (США)	Цифровий індикатор, автокалібрування, інтерфейси HART, Modbus, RS-485, RS-232
		CH_4	0…4000 ppm			
		C_2H_6				
		C_4H_{10}				
		C_3H_8				
		CO_2	0…2000 ppm			
		N_2O				

Дана ІВС дозволяє вимірювати концентрації базових парникових газів з наступними характеристиками:

- CO_2 в діапазоні від 0 до 10000 ppm, з абсолютною похибкою ±5…±10 ppm
- CH_4 в діапазоні від 0 до 100% об. долей, з відносною похибкою ±0,1…±3 об.долі
- N_2O в діапазоні від 0 до 2000 ppm, з відносною похибкою ±5%\

Висновки. Конструктивні особливості системи , а також конструкція й методика застосування ПВП дозволяють вимірювати концентрацію вищеназваних парникових газів в атмосферному повітрі. Після доопрацювання конструкцій первинних вимірювальних перетворювачів система дозволяє вимірювати концентрації цих же газів в поверхневому шарі грунту на глибинах від 0 до 10 см, що дозволяє використовувати дану ІВС як екологам так, і працівникам сільського господарства.

Література

1. *Рамкова конвенція ООН зі зміни клімату. Брюссель, 1992.*
2. *Кіотський протокол до рамкової конвенції ООН зі зміни клімату. Кіото, 1997*
3. *Матеріали конгресу «Клімат-Париж 2015». Париж, 2016.*
4. *КПІ-форум «Sentinel-2 for Agriculture» міжнародна ініціатива супутникового агромоніторингу GOEG LAM, 2016р.*

УДК 621.3.087; 004.42

ЗАБЛОЦЬКИЙ А.Г.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПОБУДОВИ ТА АНАЛІЗУ КОРРЕЛОГРАМ ЧАСОВИХ РЯДІВ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна, zablotskiyanton@ukr.net

Вступ. На даний момент при вимірюванні та обробці сигналів часто виникають ситуації у яких неможливо визначити ні його форми, ні характеристики. Також іноді можливе таке явище, як неможливість вирішення рівняння за яким було побудовано графік. Що ж у цьому випадку робити? Однією з можливостей для вирішення подібних проблем є Фазові портрети.

Фазовий портрет - графічне зображення системи на фазовій площині (або в багатовимірному просторі), по координатним осях якого відкладені значення величин змінних системи. Поведінка змінних в часі при такому способі подання для кожної початкової точки описується фазової траєкторією.

Так чим же хороші фазові портрети? Фазові портрети зазвичай застосовують у ситуаціях коли за формою самого сигналу про нього важко щось сказати, чи у ситуаціях коли модель взятого рівняння неможливо вирішити. Тут і проявляє себе головна сторона цього методу, яка дозволяє отримати досить повні данні не вирішуючи динамічної системи рівняннь. У таких випадках фазовий портрет значно полегчує визначення форми та характеру сигналу, а також його характеристик.

Постановка задачі. Основною метою роботи була, розробка програмного забезпечення в середовищі графічного програмування LabView (у вигляді віртуального інструменту) для побудови Фазових портретів(ФП), їх звірки та подальшої класифікації , також була зібрана база даних характрених видів ФП.

Результати досліджень та розробки. При роботі з фазовими портретами однією з проблем є інтерпритація отриманих даних. Частина отриманих даних незавжди лего розшифровується і потребує додаткової обробки та досліджень. Одним з можливих варіантів вирішення проблеми є створення баз даних з харктерними сигналами, а також прогами що могла б комбінувати стандартні частини для швидкого вия влення форми та характеристик сигналу. У результаті роботи була створена база даних характерних сигналів та розроблена програма комбінування різних сигналів.

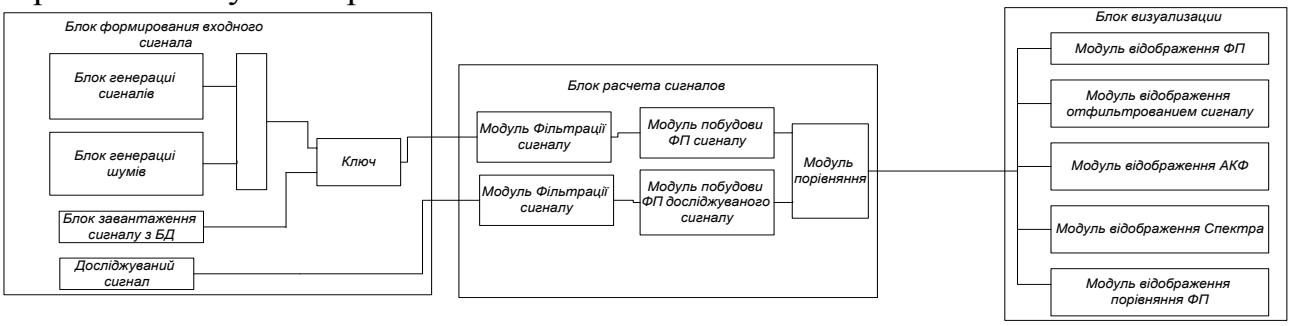


Рис.1 Загальна структурна схема програми.

Система складається з двох частин: першої яка дозволяє завантажити невідомий фазовий портрет з файлу даних, і другої частини яка у свою чергу пропоную дві можливості обробки сигналу більш та менш точну. У першому випадку можливо просто провести порівняння невідомого фазового портету з БД і по результатам з деякою похибкою визначити приналежність фазового портрета до тієї чи іншої групи та отримати загальне уявлення про форму та характеристики сигналу. У другому варіанті пропонується використати програму розроблену для побудови ідентичного фазового портрету за відомими формулами з заданими параметрами, які можна змінювати для повного співпадання характерних точок невідомого фазового портрету з його аналогом побудованим програмою. У другому випадку можливе точне визначення форми та характерисик сигналу.

Прогама яка проводить порівняння фазових портетів має можливість роботи як з усім сигналом так і з певним спекторм проущеним через полосовий філтр для зменшення обсягів роботи.

При проведені досліджень були створені бази даних характерних сигналів. Проведена їх класифікація і виявлення характерних признаків.

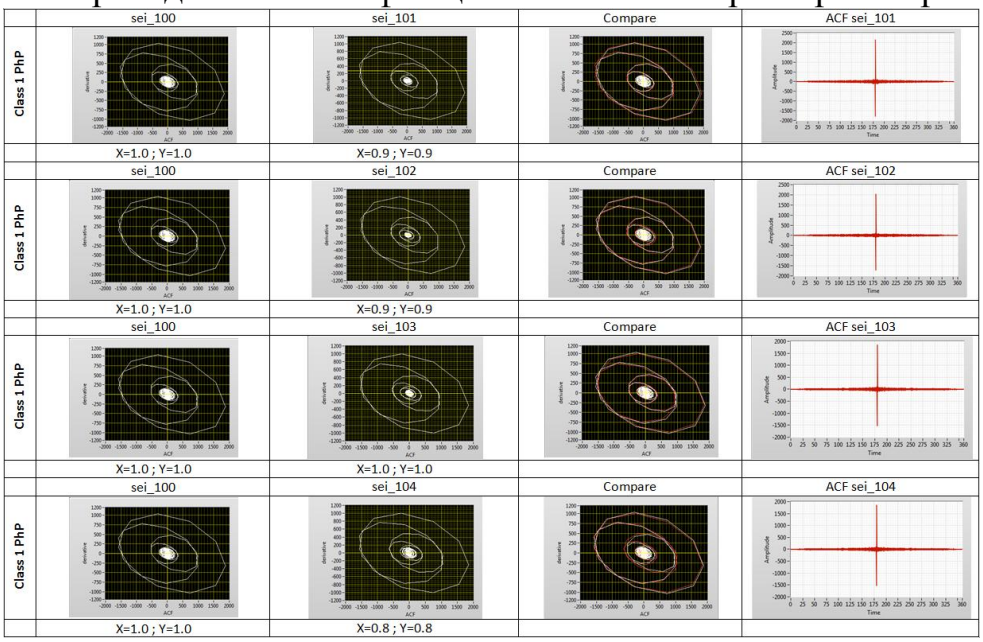


Рис.2 Приклад фазових портретів зібраних для БД.

Також були зібрані данні статистики для зразків сигналу, що використовувався у експерименті.

Висновки. Проведені дослідження показали, що фазові портрети є надійним варіантом вирішення поставленої задачі. При проведені досліджень розроблена програма показала себе працездатною та зручною, а зібрані у результаті дослідження дані було використано для створення БД сигналів.

Література

1. Андронов А. А., Витт А. А., Хайкин С. Э. Теория колебаний. — М.: Наука, 1981.

2. Табор М. Хаос и интегрируемость в нелинейной динамике. «Едиториал УРСС», 2001 г. - 320 с.

УДК 621.317

ЗАМОТАЙЛО Т.В., СИНИЦКИЙ О.П.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,Київ, Україна, e-mail: zamotajlo.t@gmail.com

Одним из основных элементов электрических сетей является силовой трансформатор. Для повышения надежности энергоснабжения необходим постоянный мониторинг состояния трансформатора.В прошлом большая часть работ по обслуживанию силовых трансформаторов подстанций выполнялась по регламентам обслуживания и ремонта. Ремонтные бригады проверяли трансформатор через установленные интервалы времени, основываясь на сроке эксплуатации и данных о работе оборудования в прошлом. Такой подход к оценке состояния трансформаторного оборудования приводит к излишней проверке (следовательно, к неоправданным затратам средств на диагностику) нормально работающего оборудования с одной стороны и к еще большим затратам в случае некачественно проведенной диагностики – с другой, так как в этом случае должны проводиться ремонтно-восстановительные мероприятия.

С целью снижения затрат на проведение оценки состояния трансформаторов в режиме online и повышения надежности электроснабжения и повышения надежности электроснабжения, энергетические компании на протяжении последних двух десятилетий начали вкладывать деньги в разработку контрольно-измерительных приборов для мониторинга состояния оборудования подстанций и в первую очередь – силовых трансформаторов.

Для решения задач мониторинга и диагностики трансформатор должен обладать способностью анализировать полученную информацию и выдавать рекомендации о состоянии. По-видимому, отсюда и пошел термин «интеллектуальный трансформатор».

К сожалению, до настоящего времени в литературе не существует однозначного определения термина «интеллектуальный трансформатор». Из ряда публикаций [1] следует, что под интеллектуальным трансформатором понимается трансформатор, оснащенный устройством сбора и обработки информации от первичных датчиков (объединяющий блок – «merging unit»»)),, передающий информацию в другие подсистемы по протоколу МЭК 61850-9.2.

«Интеллектуальным» следует называть трансформатор, обеспечивающий максимально возможный контроль состояния всех систем трансформаторного оборудования (активной части, масла, вводов, системы охлаждения, РПН, технологических защит), самодиагностику и выдачу рекомендаций по дальнейшим действиям в случае появления развивающегося повреждения или ненормированного воздействия на трансформатор. Принципиально важно, что при этом трансформатор должен обеспечивать все режимы управления своими регулируемыми устройствами (РПН, система охлаждения) – автоматический, ручной местный и ручной дистанционный, в том числе из удаленных центров управления, с полным контролем правильности исполнения команд. Последнее обстоятельство становится особенно важным при использовании трансформаторного оборудования в «умных сетях» с необслуживаемыми

подстанциями. Предложения о создании «интеллектуального» трансформаторного оборудования сформулированы авторами еще в 2003 г. Эти предложения были поддержаны ОАО «ФСК ЕЭС» и вошли в документы «Концепция построения АСУТП на подстанциях ЕНЭС» (2003 г.) и «Концепция диагностики электротехнического оборудования и линий электропередачи электрических сетей ОАО «ФСК ЕЭС», одобренные Правлением компании. Эти системы реализованы как элементы цифровых подстанций. Весь обмен информацией осуществлен только по цифровым каналам связи (на тот момент – в стандарте МЭК 60870-5-104). Системы реализуют углубленный контроль состояния систем охлаждения и РПН, диагностику перегрузочной способности трансформаторов, регистрацию повышений напряжения и т.д., а также автоматическое и ручное (местное и дистанционное) управление РПН и системами охлаждения. Для обеспечения надежности функционирования и возможности автономной работы при нештатных ситуациях в АСУТП каждая система имела свое полнофункциональное рабочее место, компьютер которой одновременно выполнял функции шлюза для интеграции в АСУТП. Накопленный опыт внедрения таких систем позволил в дальнейшем отказаться от собственного АРМ и ограничиться лишь установкой шлюзового компьютера. В зависимости от объема контролируемого оборудования и географических размеров подстанций использовались как проводные (RS485), так и волоконно-оптические каналы связи, а в зависимости от особенностей реализации АСУТП объектов – разные протоколы обмена информацией (Modbus RTU, МЭК 60870-5-104 или OPC). Таким образом, «интеллектуальные» в указанном выше смысле трансформаторы на сегодня не только разработаны, но и успешно эксплуатируются на объектах ЕНЭС. Традиционными, однако, остались способы подключения сигналов от трансформаторов тока обмоток и выходов технологических защит трансформатора (реле Бухгольца, предохранительные и отсечные клапаны и т.д.) к системе РЗА подстанции. Задачей сейчас является переход на организацию всех внутриподстанционных коммуникаций по стандарту МЭК 61850.

В настоящее время идет интенсивное внедрение цифровых трансформаторов тока с катушками Роговского или волоконно-оптическими датчиками тока, работа которых основана на эффектах Фарадея и Поккельса [2-4]. Такие датчики обеспечивают высокую точность и линейность в широком диапазоне значений токов (вплоть до токов к.з.). Поэтому один и тот же датчик может использоваться для снабжения информацией как устройств релейной защиты, так и систем мониторинга, технического и коммерческого учета электроэнергии. При этом оправданным является использование универсальных объединяющих блоков, передающих в ЛВС информацию о токах и напряжениях одного присоединения. Для встроенных в трансформаторное оборудование трансформаторов тока (ТТ), по крайней мере в ближайшие годы, вряд ли можно ожидать отказа от обычных электромагнитных трансформаторов тока.

Поэтому для каждой обмотки потребуется как минимум три ТТ – два для резервированных комплектов защит и один для точных измерений. Сигналы первых двух в соответствии со стандартом МЭК 61850-9.2LE оцифровываются с дискретностью 80 точек за период частоты в сети, сигналы третьего – с дискретностью 256 точек за период. У типовых автотрансформаторов, например, контролируются токи четырех обмоток – на сторонах ВН, СН, НН и в общей обмотке. Для общей обмотки, как правило, контролируется только действующее значение тока для определения температуры наиболее нагретой точки этой обмотки, которая часто бывает самой «горячей» в автотрансформаторах. Поэтому мгновенные значения токов этой обмотки можно в другие подсистемы не передавать. Таким образом, для такого автотрансформатора потребуется 9 объединяющих блоков. Технически и экономически вряд ли целесообразно при этом выполнять отдельные объединяющие блоки для выдачи в ЛВС каждой трехфазной группы токовых сигналов.

Аппаратура мониторинга состояния трансформатора должна также обеспечивать формирование предупредительной и аварийной сигнализации и формирование архива аналоговых сигналов и дискретных событий на время как минимум достаточное для сохранения информации при нештатных режимах оборудования АСУТП или локальных сетей подстанции (время от 2 суток до одной недели должно быть, очевидно, достаточным).

На первом этапе, при частичном переходе к организации коммуникаций на подстанциях по стандарту МЭК 61850, целесообразно предусмотреть возможность выдачи в систему РЗА сигналов от технологических защит, а также сигналов предупредительной и аварийной сигнализации в виде «сухих» контактов.Особого рассмотрения требует вопрос места установки блока (шкафа) управления и мониторинга трансформатора и его включения в комплект поставки трансформатора.

Литература

1. HardFiber - шина процесса согласно МЭК 61850. Брошюра GE Multilink: [сайт] URL: http://www.gedigitalenergy.com/products/brochures/HardFiber_ru.pdf.

2. K. Bohnert, P. Gabus, H. Brandle, A. Khan, "Fiber-Optic Current and Voltage Sensors for High-Voltage Substations", Invited paper at 16th International Conference on Optical Fiber Sensors,October 13-17, 2003, Nara, Japan, Technical Digest, pp 752-754. URL:http://wwwO5.abb.com/global/scot/scot232. nsf/veritydisplay/ca407b96afd724eac125703c00426638/$File/1262334_E01_Rev.-Fiber-optic%20current.pdf.

3. F. Rahmatian, J. Blake, Applications of High-Voltage Fiber Optic Current Sensors. IEEE PES General Meeting, 2006. URL:http://www. nxtphase.com/pdfs/Rahmatian%20et%20al%20-%20App%20Optical%20CTs,%20Final.pdf

4. F. Rahmatian, Design and Application of Optical Voltage and Current Sensors for Relaying. Power Systems Conference and Exposition, 2006. PSCE '06. 2006 IEEE PES, p.532-537. URL:http:// ieeexplore.ieee.org/ iel5/4075697/4075698/04075809.pdf.

УДК 537.322.15:006.9 (043.2)

КЛОЧАЙ Т.М., МОКІЙЧУК В.М.

Кліматична камера для калібрування термометрів

Національний авіаційний університет України «НАУ», Київ, Україна,
Han1@mail.ua

Вступ. Метою даного проекту є створення кліматичної камери, з регульованою температурою для використання її у подальших випробуваннях та дослідженнях, а також у діагностиці різноманітних систем. Сама система складається з сукупності систем нагрівання й охолодження. В сучасному житті на підприємствах де виготовляють вимірювальні прилади на приклад термометри і на тих підприємства діяльність яких з ними тісно пов'язана, виникає потреба в повірці й калібруванні окремих з них, або для перевірки всієї партії виробів.

Тому актуальною задачею, для правильної та коректної перевірки устаткування в незалежності від зовнішніх впливів сторонніх температур і була розроблена дана система. Оскільки поняття калібрування розуміє під собою комплекс дій, що проводяться під час регулювання та періодичного підтвердження градуювальник характеристик контрольно-виномірювального приладу чи системи вимірювання спеціально для того, щоб встановити кореляцію між показаннями приладу та кінцевим результатом. А тому дана кліматична камера є зручним та швидким вирішенням даної проблеми в найкоротший термін, та в максимально комфортному режимі роботи. За рахунок гармонічного сполучення кожної ланки системи, як охолодження так і нагрівання, а також комфортабельних розмірів камери з можливістю транспортування в подальшому при виникненні такої потреби.

Постановка задачі. Розглянуто задачу розробки стенду для калібрування термометрів незалежна від умов навколишнього середовища. Представлено загальну структуру стенду, вимірювальний канал вимірювання температури розглянуто його практичну реалізацію.

Результати досліджень та розробки. Кліматична камера для калібрування термометрів, отримує покази з датчика та передає покази температури на термоконтроллер який в вій час контролює реле живлення навантаження;

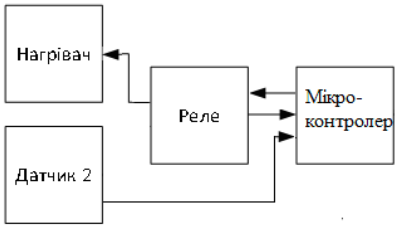


Рис. 1. Умовна схема конструкції контролю температури.

Вимірювальний канал складається з термопари та термоконтроллера який відслідковуватиме температурний стан навантаження і по досягненню потрібної температури він вимкне живлення на навантаження .

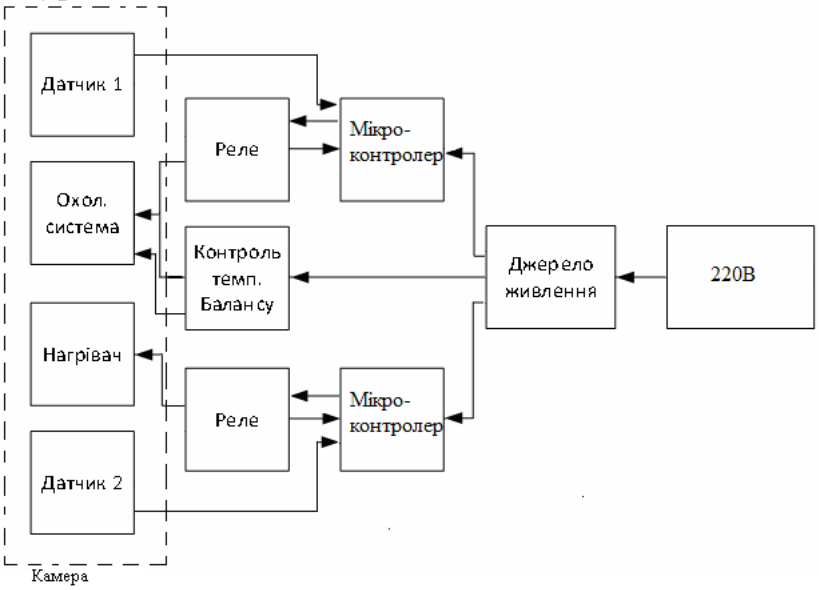


Рис. 2. Структурна схема кліматичної камери.

Нагрівання здійснюється за допомогою карбонового гнучкого нагрівача який був обраний за рахунок низької інерції. Охолодження реалізовано за допомогою елементів Пельтьє, принцип дії якого базується на ефекті Пельтьє — виникненні різниці температур при протіканні електричного струму.

.

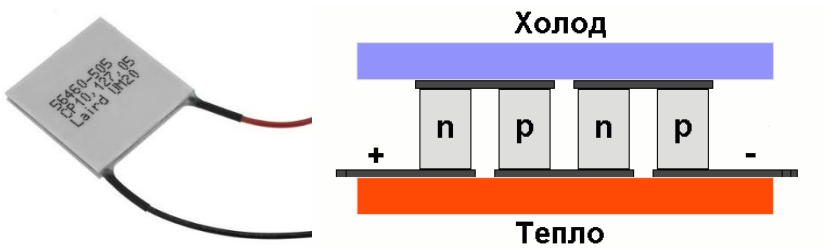


Рис.3. Зовнішній вигляд і схема елемента Пельтьє.

Контроль температурного балансу системи охолодження реалізований за допомогою алюмінієвих радіаторів.

Висновки. Розроблено структурну схему та підібрано компоненти для реалізації стенду . Під час досліду стенд показав стабільну роботу протягом тривалого часу на прикладі роботи з термометрами .

Реалізована робота дозволяє застосовувати стенд у широкому спектрі робіт, від калібрування термометрів до перевірки різноманітного обладнання в потрібному температурному діапазоні.

Література.

1.Вайнер А. Л. "Каскадные термоэлектрические источники холода".

2. Сібікін Ю.Д. "Обслуговування електрообладнання промислових підприємств" - М., Вища школа, 1989.-303 с.

3. Семенов В.Ю." Приборы и устройства на операционных усилителях". - С. - Петербург: Солон - Р, 2003

УДК 621.328.08

КОБИЛЯНСЬКИЙ О.В. , ПАВЛИШИН М.І.

ВИСОКОМОБІЛЬНА ЛАБОРАТОРІЯ БІОСФЕРНОГО МОНІТОРИНГУ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,Київ, Україна, prostachok19@gmail.com

Вступ. Зміни клімату планети Земля за останні 50 років відчули всі її жителі. Найбільш відчутно ці зміни проявляються в розбалансі природної рівноваги на локальному рівні, це і сніг в Сахарі, проливні дощі в північно-західній Європі, заморозки до -10°С в Україні в середині травня та ін. Тому, з метою попередити ці явища, необхідно мати моніторингову систему на високому рівні [1].

Постановка задачі. Особливістю реалізації завдання системного моніторингу є те, що більшість технічних засобів не відповідають економічно вигідним завданням (станом на сьогодні – це окремі прилади, чи їх сукупність які не забезпечують точну обробку результатів інформації).

Результати досліджень. Аналітичний огляд метрологічних та технічних характеристик вимірювальних систем аналогічного призначення [1], підтверджує те, що розробкою та використанням таких ІВС займається велика кількість провідних установ та організацій.

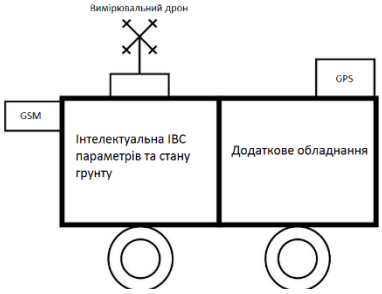


Рис. 1. Високомобільна ІВС біосферного моніторингу

Запропонована авторами високомобільна ІВС (Рис. 1) розміщена на шасі автомобіля і структурно складається із наступних підсистем: вимірювального безпілотного агроробота, який монтується на базі квадрокоптера і має на своєму борту відеокамеру, засоби вимірювання температури, вологості повітря та концентрації парникових в повітрі – зокрема та ; ітелектуальної ІВС моніторингу стану ґрунту яка дозволяє вимірювати: вологість ґрунту в діапазоні від 10% до 90% з абсолютною похибкою 5%; температуру ґрунту в діапазоні від -5°С до +90°С з абсолютною похибкою 0,1°С; водневий показник pH в діапазоні від 0 до 14 з абсолютною похибкою 0,1; коцентрацію азоту та калію в діапазоні 5 мг/ до 100 мг/ з похибкою 1 мг/ ; підсилювач вимірювання напряму та швидкості повітря; підсилювач GPS; наступна структура складових ІВС біосферного моніторингу – це набір наступних вимірювальних комплексів комплексів для оцінки для оцінки стану ґрунтів та води (SX-751 – держреєстр ЗВТ України №У2878-09 та MP551 – держреєстр ЗВТ України №У2877-09); окремі системи моніторингу атмосферного повітря; на шасі автомобіля розміщено ще додаткове обладнання для відбору проб ґрунту, води та повітря.

Структурна схема інтелектуальної ІВС моніторингу стану ґрунту, яка входить до складу високомобільної ІВС, зображена на рисунку 2.

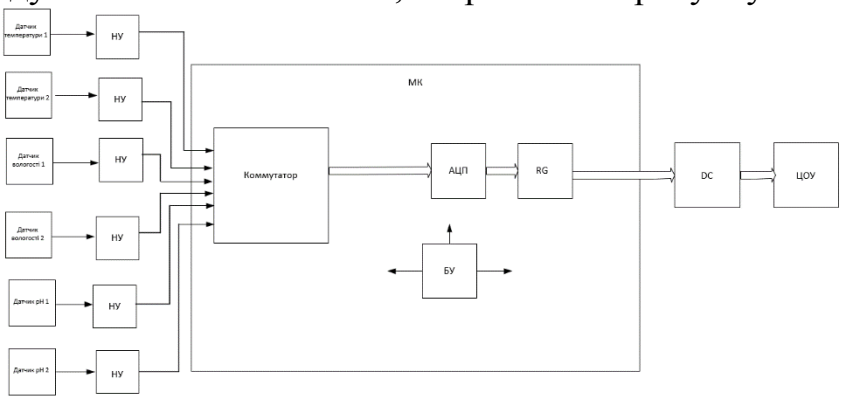


Рис. 2. Інтелектуальна ІВС моніторингу стану ґрунту

На Рис. 2 позначено: НУ – нормуючі підсилювачі; АЦП – аналого-цифровий перетворювач; RG – регістр; МК – мікроконтроллер на базі M68HC12; ЦОУ - цифровий відліковий пристрій; БУ – блок живлення.

Первинні вимірювальні перетворювачі представляють собою окремі датчики, кожен із яких вимірює відповідний параметр якості грунту – температуру, вологість, водневий рівень. Принцип роботи датчика температури ґрунтується на залежності опору від температури, вологості – метод теплової сушки ґрунтових проб , водневого рівня – напруги, що є результатом хімічної реакції між металами та нерозчиненими сполуками солей.

Нормуючі пристрої представляють собою підсилювачі напруги, які є вихідним сигналом датчиків. Дані пристрої нормують сигнал до рівня від 0 до 5 V, що є обов’язковою умовою для роботи пристроїв подальшої обробки отриманого сигналу.

Мікроконтролер являє собою програмно-керований пристрій, який призначено для обробки та виконання логічних операцій з цифровою інформацією, яку перетворить вбудований аналого-цифровий перетворювач. Мікроконтролер також має в своєму складі комутатор, який виконує функцію почергового підключення вихідних сигналів первинних вимірювальних перетворювачів до вимірювального каналу інформаційно-вимірювальної системи. Алгоритми функціонування даної ІВС відповідають базовим вимогам викладеним в [2].

Висновок. Конструкція високомобільної ІВС біосферного моніторингу дозволяє їй виконувати завдання які на сьогоднішній день є найбільш важливими в сільському господарстві та біосферному моніторингу, її простота та водночас мобільність та здатність виконувати декілька завдань водночас, що дозволяє її використовувати на багатьох власних та державних підприємствах.

Література

1. *Б.Марков. Основные направления развития государственной метрологической системы. /Український метрологічний журнал – 2008 р. №3 с.7-11*
2. *КПІ-форум «Sentinel-2 for Agriculture» міжнародна ініціатива супутникового агромоніторингу GOEG LAM, 2016р*

УДК 621.328.08

ЛАПТІЙЧУК К. В., ПАВЛІШИН М. М.

ОЦІНКА СТАНУ РОСЛИННОГО ПОКРОВУ ГРУНТУ З ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ АГРОРОБОТІВ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського» , Київ, Україна, k.laptiychuk04@gmail.com

Вступ. Зміни клімату, викликані глобальним потеплінням призвели до локального розбалансу природної і екологічної рівноваги. Ці розбаланси в свою чергу руйнують (вітрова та водяна ерозія поверхні ґрунту) сільськогосподарські угіддя. Після висівання сільськогосподарських культур в місцях вітрової або водяної ерозії відсутній рослинний покров. Залежно від масштабів (загальної площі) поля ураженого ерозією, необхідно приймати управлінське рішення про пересів чи залишення його без змін.

Сьогодні існують кілька міжнародних проектів, основне завдання яких – дистанційне зондування поверхні землі. Як правило, це розподілені інформаційно-вимірювальні системи з елементами космічного базування, так як, наприклад, система «MARS». До складу цієї системи входить п’ять супутників типу landsat та український супутник «Січ - 2».

Завдання дослідження. Розробити методи та засоби виявлення фактів ерозії поверхні ґрунту та дослідити шляхи їх рішення (зменшення їх впливу).

Результати. Аналіз факторів проявлення ерозії та можливостей сучасних методів дистанційного контролю стану поверхні землі [ДСТУ ISO 14031:2004] призводять до висновку, що факти наявності ерозії та їх ідентифікація можуть бути реалізовані на початкових стадіях розвитку сільськогосподарської культури. І основними параметрами такої ідентифікації є характеристика рослинного покрову, а саме: у місцях ерозії він практично відсутній. Оскільки, в агровиробництві стоїть питання не тільки виявлення факту знаходження ерозії, але й оцінки їх процентного відношення до загальної площі, то автори пропонують два підходи:

1) Відео зйомка поверхні поля (в цілому чи по частинах) з використанням відео камер безпілотних роботів з подальшою комп’ютерною обробкою зображень та оцінкою кількісних характеристик масштабів ерозійованої поверхні поля.
2) Локальне вимірювання окремих проявлень ерозії з фіксуванням їх координат (через бортову систему GPS робота) з подальшою обробкою кожного окремого прояву ерозії з метою з одного боку прийняття управлінських рішень, а з іншого – більш детального виявлення причин та характеру ерозії.

На думку авторів, обидва підходи мають право на життя, проте з іншої точки зору другий підхід дає можливість отримати більше інформації, яка має як практичне так і наукове значення. Для реалізації запропонованого методу

можна використати квадрокоптер Hubsan H502S FPV 2.4Ghz і стандартне відеообладнання.

Розподільча здатність системи «MARS» в найточніших вимірюваннях ±10м, що не завжди задовольняє сільськогосподарських виробників. Оскільки похибка по площі складає більше однієї десятої гектара (> 0,1га).

Тому автори і запропонували високо масштабний безпілотних вимірювальний агроробот, на якому крім стандартного відео обладнання розміщуються засоби вимірювання характеристик стану атмосфери (коли квадрокоптер знаходиться в повітрі) та стану поверхні ґрунту на глибинах (залягання зерна) від 3 до 10 метрів. (при приземленні)

Важливою особливістю в роботі такого вимірювального агроробота є те, що він дозволяє не тільки виміряти поточне рівняння основних параметрів , але і оцінити динаміку змін цих параметрів, а саме: вимірюємо першу похідну від зміни цих параметрів. Спільне використання результатів вимірювання самих параметрів та швидкості їх змін дозволяє не тільки оцінити поточний стан поверхні ґрунту, але і спрогнозувати можливі зміни цього стану в короткостроковій перспективі.

Використання інформації, отриманої з допомогою безпілотного агроробота має суттєву перевагу над традиційними методами , а саме: мінімальні затрати часу на отримання результатів вимірювання (без пробо-підстановки, складних лабораторних вимірювань).

В якості первинних вимірювальних перетворювачів бортового вимірювального обладнання можуть бути використані інтелектуальні первинні-вимірювальні перетворювачі фірми «Metran».

Наявність відео системи на борту безпілотного агроробота дозволяє використовувати його на різних етапах технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур. Наприклад, крім вище перерахованих завдань агроробот дозволяє (спільно з пакетом спеціального програмного забезпечення) оцінити рівень забур'яненості посівів або рівень пошкодження посівів мікробіологічними та біологічними шкідниками.

Висновки. Запропонованих підхід (другий варіант) дистанційне зондування поверхні сільськогосподарських угідь дає можливість оперативно з малими часовими затратами оцінити реальних стан сільськогосподарських угідь.

Література

1. *КПІ- форум. «Sentinel-2 for Agriculture» Міжнародна ініціатива супутникового агромонітовиргу GEOG LAM . 2016р.*
2. *А. Шенстов, А. Кравченко, С. Скакун. Информационная система агромониторинга на основе геопространственных данных.*
3. *Д. Добряк, Класифікація та екологічне використання сільськогосподарських земель. К.:Наукова думка. 2001- 309 с.*
4. *ДСТУ ISO 14031:2004. Екологічне керування настанови щодо оцінювання екологічної характеристики.*

УДК 004.942

МАЦЮК І.Б.[1], ШАНТИР С.В.[2]

КОМПЛЕКС АНАЛІЗУ ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СТАНУ ОБ'ЄКТА

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,Київ, Україна, [1]ivankamatsuk@gmail.com, [2]shantyr.sv@gmail.com

Вступ. Узагальнена структура інформаційно-вимірювальної системи спостереження та класифікації стану об'єкта, побудована за сучасною концепцією теорії систем, потребує процедури формування моделі стану об'єкта та процедури застосування цієї моделі. Апріорною інформацією для процедури формування моделі стану об'єкта є інформація отримана при аналізі вимірювальних сигналів з об'єкта. Метод імітаційного моделювання, з застосуванням сформованої моделі стану об'єкта, дозволяє, з одного боку, виконати моделювання стану об'єкта для забезпечення роботи інформаційно-вимірювальної системи, а з іншого – виконати дослідження алгоритмів обробки вимірювальної інформації в структурі інформаційно-вимірювальної системи, складність яких, в деяких випадках, унеможливлює аналітичне дослідження. Сучасні цифрові технології дають можливість створення та втілення способів підвищення ефективності процедури аналізу та синтезу по таким показникам, як продуктивність, достовірність отриманої інформації та інше, що в свою чергу підвищує якісні показники процедури формування та застосування моделі стану об'єкта [1].

Метою роботи є розробка комплексу для аналізу та імітаційного моделювання стану об'єкта спостереження.

Архітектура комплексу аналізу та імітаційного моделювання стану об'єкта (рис. 1), запропонована в даній роботі, вирішує проблему створення імітаційних моделей з метою дослідження станів об'єктів з застосуванням комп'ютерних засобів. В архітектурі передбачені процедури вводу та аналізу вимірювальних сигналів для визначення параметрів та характеристик стану об'єкта, процедури синтезу чисельної та імітаційної моделі стану об'єкта і процедури моделювання вимірювальних сигналів відповідно до моделі стану об'єкта в реальному часі методом прямого цифрового синтезу. Для реалізації передбачених процедур архітектура будується на цифровому сигнальному процесорі, універсальному комп'ютері (робоча станція) та програмному комплексі. До складу цифрового сигнального процесора входять вимірювальний канал (Measuring chanel), центральний процесор (CPU), канал прямого цифрового синтезу (Direct Digital Synthesis). Вимірювальний канал призначений для перетворення вимірювальних сигналів об'єкта з континуальної до цифрової форми подання. Канал прямого цифрового синтезу призначений для перетворення модельних сигналів стану об'єкта з цифрової до аналогової форми подання. Центральний процесор виконує керування вводом і виводом вимірювальних сигналів, трансляцію модельованих станів об'єкта від робочої станції та їх перетворення до відповідної сигнальної конструкції, або

процедури цифрової обробки вимірювальних сигналів за заданими алгоритмами. Робоча станція виконує операції багаторівневої обробки та аналізу вимірювальних сигналів, формування моделей та бази моделей станів об'єктів, а також, забезпечує загальне керування дослідженням та моделюванням, формування, друк та зберігання протоколів досліджень, діалог «користувач-комплекс» за допомогою сучасного WIMP-інтерфейсу.

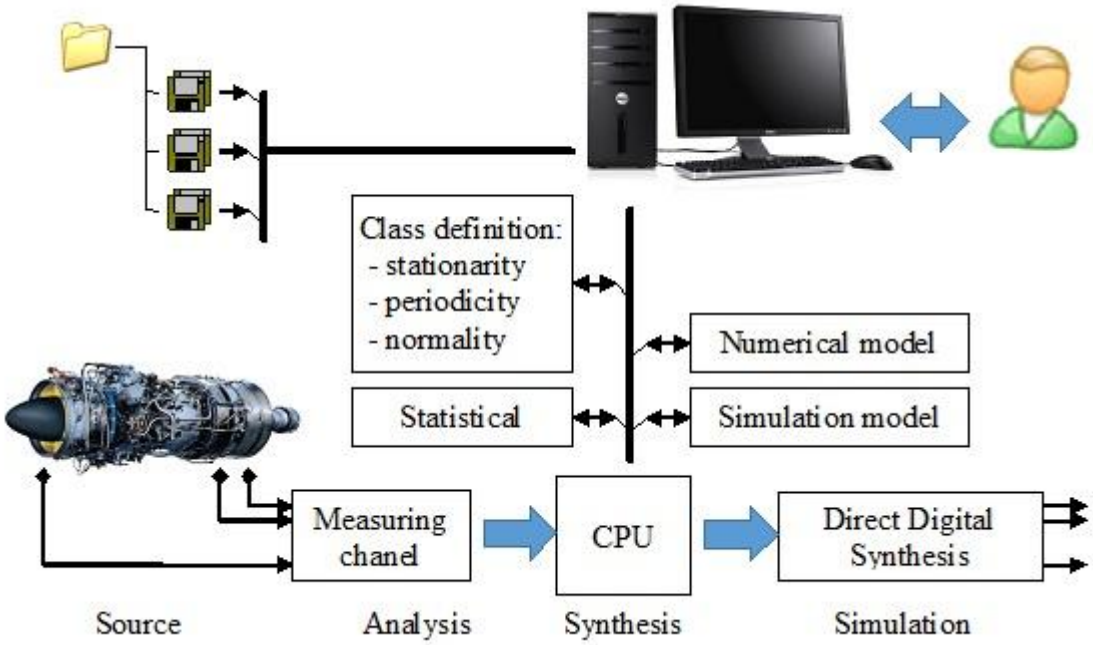


Рис. 1. Архітектура комплексу аналізу та імітаційного моделювання стану об'єкта

Аналіз вимірювальних сигналів. Коректність методів аналізу випадкових процесів, а також інтерпретації результатів аналізу та синтез моделі стану об'єкта в значній мірі залежить від основних властивостей процесу що аналізується. До таких властивостей відносяться: стаціонарність, присутність періодичних складових, нормальність процесу [1]. Оцінювання цих фундаментальних властивостей передбачено в запропонованій архітектурі як окрема процедура, яка виконується до початку детального аналізу. Відповідно до визначених властивостей формується алгоритм подальшого аналізу, до якого можуть входити визначення статистичних моментів, спектральний аналіз в часовій (цифрова фільтрація) або частотній області (швидке перетворення Фур'є, дискретне перетворення Фур'є), кореляційний аналіз [2]. Результатом аналізу є отримані параметри та характеристики стану об'єкта спостереження.

Загальні характеристики апаратних засобів каналу вводу та аналізу вимірювальних сигналів: кількість каналів – до 8; імпеданс по входу 1 MΩ/ 100 pF; діапазон напруги на вході від 1 μV до 10 V; атенюатор від 0 dB до 60 dB з дискретністю 10 dB; робочий діапазон частот від 2 Hz до 20000 Hz; межа зведеної похибки вимірювання напруги ±2 %.

Синтез та застосування моделі стану об'єкта. Модель стану об'єкта синтезується за параметрами та характеристиками, отриманими на етапі попереднього аналізу. Для побудови моделей використовуються методи:

чисельного моделювання, на основі розв'язання диференційних рівнянь, імітаційні методи, методи побудови цифрових моделей. Цифрові сигнальні реалізації методом прямого цифрового синтезу перетворюються до аналогового подання сигналу, який в подальшому використовується при дослідженнях.

Загальні характеристики апаратних засобів каналу цифрового синтезу: кількість каналів – до 8; навантаження по виходу 10 kΩ; діапазон напруги на вході до 10 V; атенюатор вихідний від 0 dB до 60 dB з дискретністю 10 dB; робочий діапазон частот від 2 Hz до 20000 Hz; коефіцієнт гармонік в режимі генерування сигналу синусоїдальної форми ±0,001 %.

Практичне застосування. На рис. 2 подано ілюстрацію роботи комплексу при аналізі та побудові імітаційної моделі коливання валу ротора $S(t)=\sum_k s_k(t)+n(t)$, яка є додатком регулярної складової, реалізованої, за рекурентними формулами, у вигляді полігармонічного коливання з k-гармонік $s_k(t)$ з заданими параметрами та випадкової складової $n(t)$ з заданим законом розподілу.

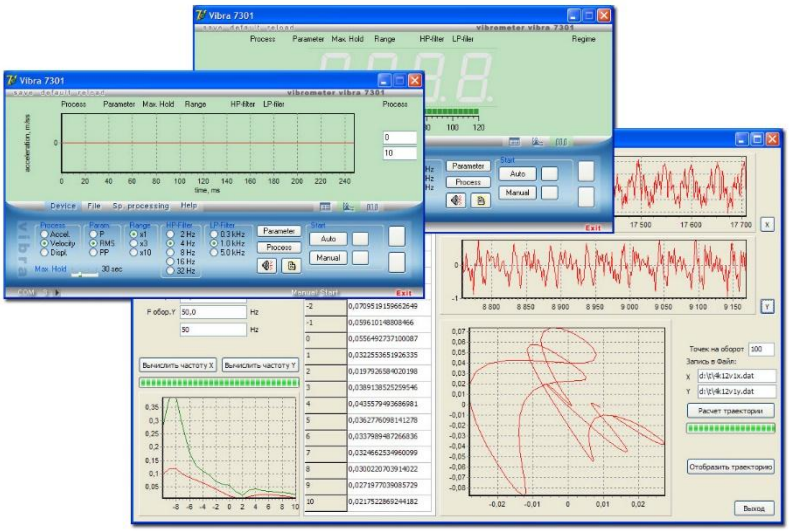


Рис. 2. Модель коливання валу ротора

Висновки. Запропонована архітектура комплексу аналізу та імітаційного моделювання, призначеного для досліджень якісних показників алгоритмів оцінки станів об'єктів. Розроблено алгоритми процедур аналізу вимірювальних сигналів об'єкта, алгоритми процедур синтезу моделі та алгоритми прямого цифрового синтезу. Виконано комп'ютерне моделювання розроблених моделей і алгоритмів.

Література

1. *Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных: Пер. с англ. –М.: Мир, 1989. – 540 с.: ил.*

2. *Макс Ж. Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях: В 2-х томах. Пер. с франц. –М.: Мир, 1983. – т. 2. 256с.: ил.*

УДК 621.391; 861.883

МІХОВА З.В.[1], ШАНТИР С.В.[2]

СИСТЕМА ВИПРОБУВАНЬ ПАСИВНИХ ГІДРОАКУСТИЧНИХ СТАНЦІЙ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,Київ, Україна, [1]zlata.mikhova@gmail.com, [2]shantyr.sv@gmail.com

Вступ. В пасивних гідролокаційних системах (ПГС) виявлення об’єктів та оцінка їх координат засновані на прийомі і обробці акустичних сигналів, без опромінювання останніх, тобто на прийомі і обробці сигналів випромінюваних самим об’єктом. На теперішній час гідроакустична техніка практично переведена на автоматично керовані комп’ютерні системи. Основними обмежуючими факторами для ПГС є апріорна невизначеність характеристик акустичних випромінювань, дисперсія сигналів за частотою та часом, якісні характеристики вимірювальних каналів та методів цифрової обробки гідроакустичних сигналів. Розробка методів та засобів визначення якості гідроакустичної системи є одним з напрямків вирішення проблеми її ефективності [1].

Постановка задачі. Дослідження роботи пасивної гідроакустичної системи і розробка структури випробувальної системи комплексу лабораторних випробувань пасивних гідроакустичних станцій та способу формування структурованих тестових сигналів.

Пасивна гідроакустична станція [1]. Основна мета ПГС - виявлення об’єктів (підводних човнів), що рухаються зі швидкістю від 0 до 15 вузлів на глибинах від 0 до 150 m з прискоренням або уповільненням не більше 1 вузла за 15 s та кутовою швидкістю розвороту по азимуту не більше 1 ° за 5 s, і оцінка їх координат. Джерело звуку - звукові гармонійні коливання механізмів обертання з номінальною швидкістю 2400 rpm. Їх основна частота 40 Hz і, як мінімум, три перші гармоніки основної частоти (80, 120 і 160 Hz) повинні бути присутніми в спектрі сигналу. Рівень випромінювання джерела не менше 1 W при вимірюванні на відстані 1 m. Човен може бути обладнаний як грубим (з точністю в межах 1%), так і точним (в межах 0,1%) регуляторами швидкості обертання механізмів. ПГС повинна розрізняти грубу і точну системи регулювання швидкості обертання механізмів. Можливий діапазон спектральної щільності (в смузі 1 Hz) білого шуму на зазначеній глибині - від 20 до 70 dB відносно 1 μPa. Чутливим елементом ПГС є лінійна нерухома приймальна решітка, яка складається з 20…64 датчиків та розташована на глибині до 300 m.

Структура випробувальної системи ПГС. Призначення випробувальної системи ПГС (рис. 1) - формування каліброваних тестових сигналів з заданою структурою, які імітують гідроакустичний сигнал об’єкта з виходів перетворювачів багатоканальної розподіленої в просторі гідроакустичної антени. Основні характеристики випробувальної системи ПГС: кількість генеруючих каналів - 20…64; частотний діапазон до 20 kHz, часова затримка між каналами пропорційна фазовим зсувам.

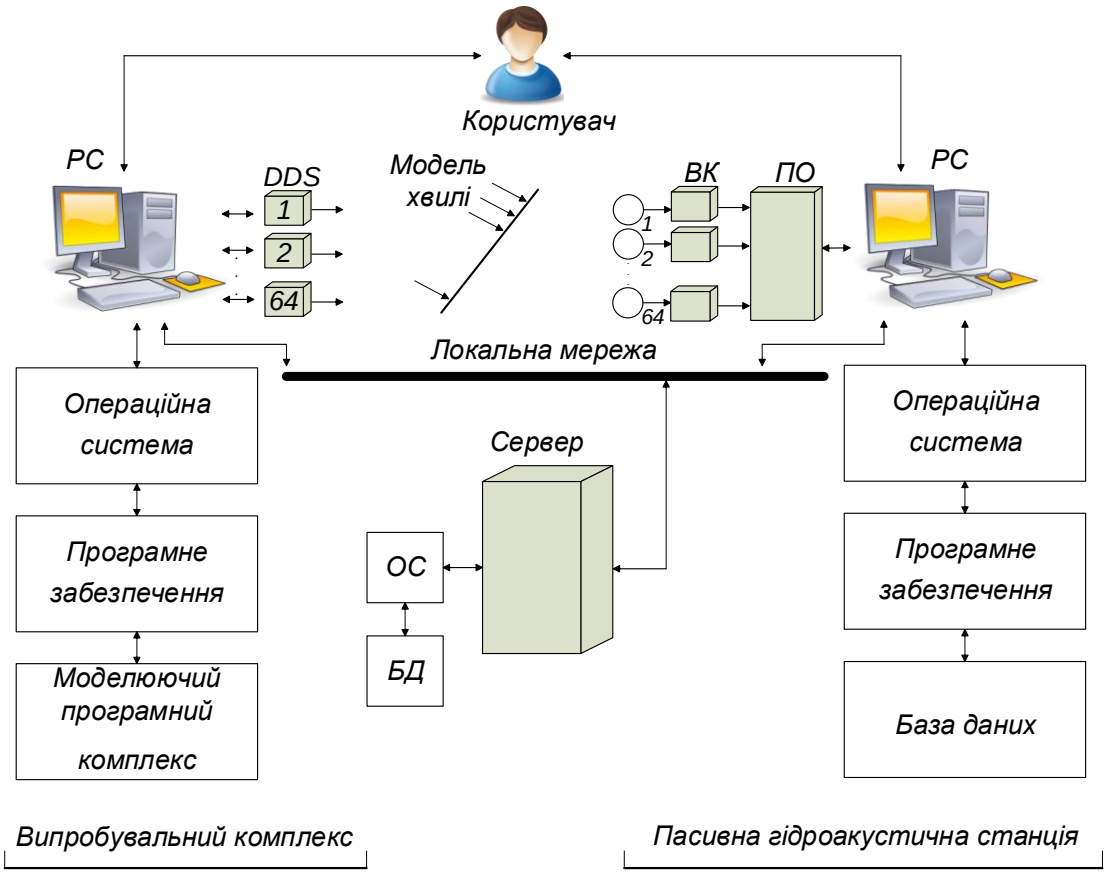


Рис. 1. Структура випробувальної системи ПГС

Базовим модулем комплексу випробувань ПГС є багатофункціональний цифровий модуль генератора каліброваного тестового сигналу з заданою структурою, який виконаний по відомій схемі, до якої входить формувач структури сигналу в цифровій формі, цифро-аналоговий перетворювач та вихідні схеми аналогових фільтрів та підсилювачів сигналів, як показано на рис. 2.

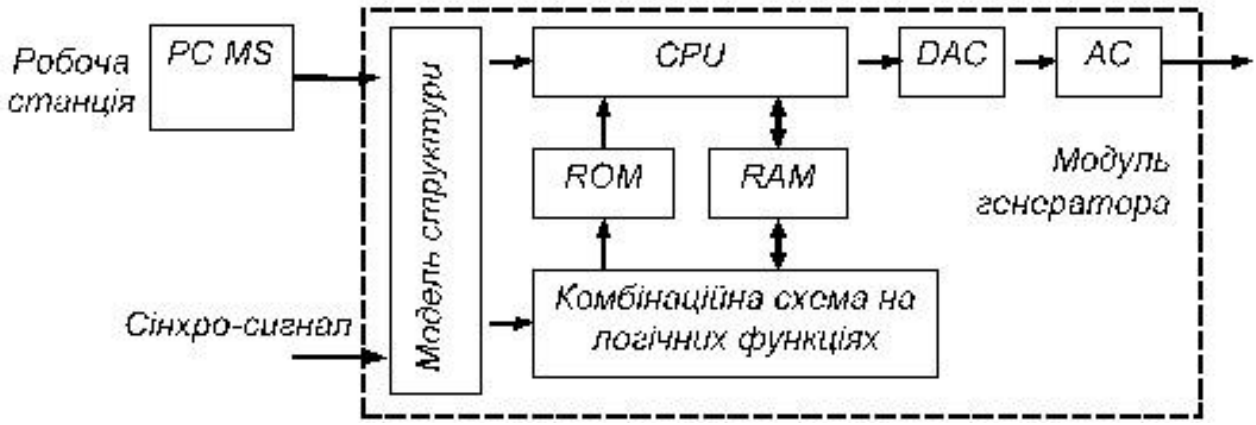


Рис. 2. Структура DDS

Способів формування тестових сигналів. Для реалізації функцій генератора каліброваного тестового сигналу з заданою структурою, потрібно з високою точністю відтворювати нелінійні функціональні залежності [2]. В роботі виконано порівняльний аналіз способів формування тестового сигналу: табличний; кусочно-лінійна апроксимація; апроксимація степеневими рядами Тейлора; обчислення за рекурентними формулами [2,3]. Аналіз та дослідження методом імітаційного моделюванням при заданих обмеженнях показали переваги, в аспекті вирішуваної задачі, способу в основу якого покладений модифікований табличний за комбінаційною схемою на логічних функціях.

Модель структури тестового сигналу в цифровій формі $x_i^S = S_i + N_i$, де $S_i = \sum_k s_i^k$ - тестовий сигнал заданої структури; N_i - випадкова складова, який імітує сигнал, створюваний водним об'єктом, формується програмно робочою станцією. Для формування складової S_i застосовується табличний спосіб за комбінаційною схемою на логічних функціях, а для відтворення випадкової складової N_i з заданими розподілами застосовується програмний генератор псевдовипадкових двійкових послідовностей на регістрах зсуву.

Висновки. Виконано дослідження роботи ПГС та визначено вимоги до її параметрів та характеристик. Виконано аналіз структур тестових сигналів та способів їх формування. Для цифрового генерування тестових структур запропоновано спосіб прямого цифрового синтезу DDS на основі модифікованого табличного, побудованого за комбінаційною схемою на логічних функціях. Проведене експериментальне дослідження підтвердило можливість реалізації багатоканального цифрового синтезатора, побудованого за запропонованим способом та генеруючого структурований сигнал в реальному часі в частотному діапазоні до 20 kHz.

Література

1. Цифровая обработка сигналов в гидроакустических системах/ У.С. Найт, Р.Г. Придэм, С.М. Кэй// ТИИЭР, т.69, №11, ноябрь 1981. – С. 84-156.

2. Генератор синусоидального напряжения на микросхеме DDS/ В. Сокол // Современная электроника, 2010, № 3, с. 48-51.

3. Совершенствование военных эталонов фазовых сдвигов вооруженных сил Украины/ В.В. Мошаренков // Системи озброєння і військова техніка, 2014, № 1(37), С. 62-64

УДК 621.317

ПОКРЫШОВ В.В., СИНИЦКИЙ О.П.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИБОРОВ ДЛЯ ЭКСПРЕСС АНАЛИЗА НЕФТЕПРОДУКТОВ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,Київ, Україна, e-mail: olegsinitskiy@mail.ru

Среди большого разнообразия нефтепродуктов видное место занимают бензины и дизельные топлива. Поэтому контроль качества моторных топлив имеет большое значение. Часто возникают случаи, когда необходимо провести экспресс анализ моторного топлива. Для этого применяются измерительные приборы – октанометры. Конечно это громкое название и не имеющего ничего общего в реальности с измерением октанового числа. Принцип работы октанметра основан на измерении диэлектрической проницаемости топлива и последующего определения октанового числа по предварительно построенной калибровочной зависимости.

Достоинства октанометров[1]:

- Низкая стоимость контроля качества нефтепродуктов;
- Компактность, мобильность;
- Более полный и объективный анализ нефтепродуктов по сравнению с существующими приборами;
- Класс точности 0,5;
- Возможность контроля качества бензина с любыми добавками, в том числе металлодетонаторами, эфирными, аминными и другими;
- Одновременная индикация октанового числа бензина по исследовательскому (RON), моторному (MON) методу, и антидетонационного коэффициента AKI=(RON+MON)/2;
- Одновременная индикация цетанового числа, температуры замерзания и типа дизельного топлива;
- Время измерения не более 10 секунд;
- Точная поправка измерений, в зависимости от температуры пробы;
- Для работы с октанометром не требуется специальной подготовки персонала.

Для построения калибровочных зависимостей используются н-гептан и топлива с известным октановым числом, определенным с помощью моторной установки (УИТ-65 или УИТ-85).

В основе принципа измерения — сравнение октановых (цетановых) чисел контролируемого образца топлива с аттестованными образцами бензинов или дизельных топлив.

На основании экспериментальных данных можно построить графики зависимости октанового числа от диэлектрической проницаемости для различных видов топлива[2].

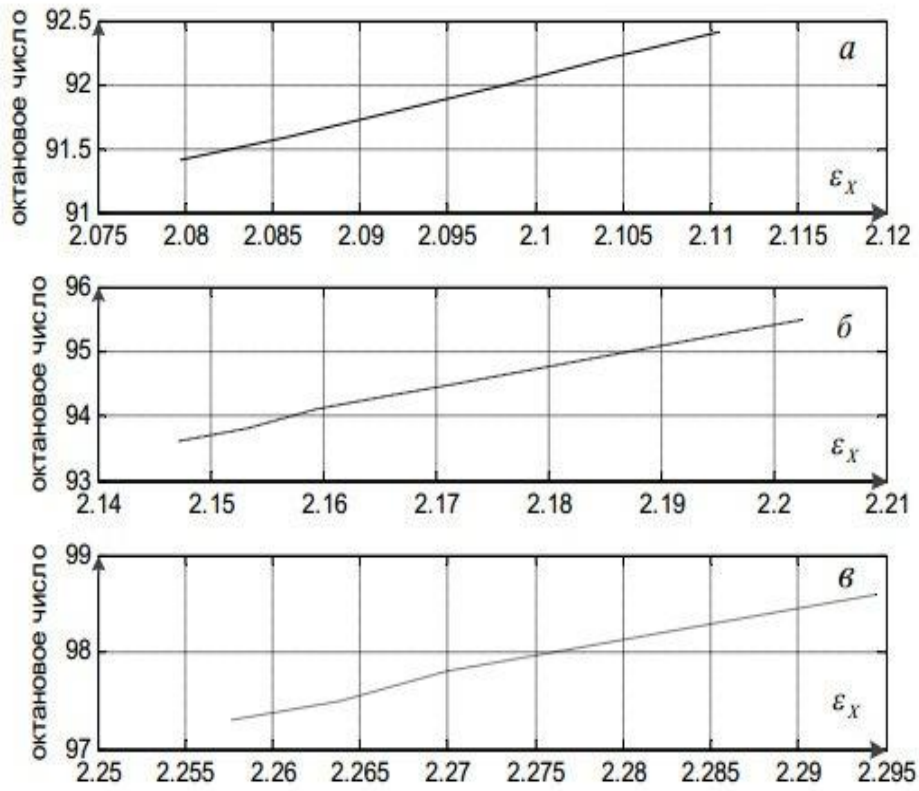


Рисунок 2.4 – Графики зависимости октанового числа от диэлектрической проницаемости, а – для 92 бензина, б – для 95 бензина, в – для 98 бензина.

Такую зависимость стало возможно построить из-за того, что в настоящее время основной поток бензина получают не путем прямой перегонки, а путем смешивания (компаундирования) большого числа компонентов.

Компонентный состав бензина зависит, в основном, от его марки, и определяется набором технологических установок на нефтеперерабатывающем заводе.

Базовым компонентом для выработки автомобильных бензинов являются обычно бензины каталитического риформинга или каталитического крекинга. Как видно из выше указанной таблицы диэлектрическая проницаемость увеличивается с 2.075 до 2.3 в зависимости от ОЧ бензина 91-100.

Бензины АИ-95 и АИ-98 обычно получают с добавлением кислородсодержащих компонентов: метил-трет-бутилового эфира (МТБЭ) или его смеси с третбутанолом, получившей название фэтерол. Введение МТБЭ в бензин позволяет повысить полноту его сгорания и равномерность распределения детонационной стойкости по фракциям. Максимально допустимая концентрация МТБЭ в бензинах составляет 15 % из-за его относительно низкой теплоты сгорания и высокой агрессивности по отношению к резинам. Диэлектрическая проницаемость МТБЭ грубо 2.4 (зависит от температуры). Чем больше процент МТБЭ в составе бензина тем выше значения диэлектрической проницаемости (октанового числа) бензина.

К недостаткам данного метода измерения можно отнести:

– невозможность идентификации незаявленного бензина;
– сложность оценки влияния внешних воздействий на результат измерения.

Сравнительные модели основаны на факте сравнения модели, полученной врезультате измерения, с эталонной моделью, хранящейся в памяти измерительного прибора. При этом по определенному алгоритму делается вывод о соответствии полученной модели с эталонной. При проведении работ по созданию калибровочных моделей для определения октановых чисел было выявлено: — невозможно создать универсальную модель определения октановых чисел для бензинов различных процессов (крекинг, риформинг и т. д.) или различных типов.Например, для бензинов марок АИ-92 и АИ-95 приходится создавать разные типы моделей. Для сравнительной модели приняты следующие ограничения:

– измерительный прибор заранее откалиброван эталонными моделями;
– температура измеряемой среды соответствует заявленному диапазону измерения.

К недостаткам данной модели можно отнести:

– невозможность создания универсальной калибровочной модели;
– необходимость применения алгоритмов для определения класса калибровочной модели;
– для построения калибровочной модели необходим анализ большого объема исходных данных.

Следовательно, для повышения точности измерения наиболее оптимальным методом является сравнительная модель измерения, позволяющая количественно оценить, на сколько по сравнению с эталоном в измеряемый образец внесены изменения. Однако в условиях априорной неизвестности марки исследуемого топлива данная модель становится менее эффективной и позволяет оценивать полученный результат с большей погрешностью.

Литература

1.Анализ качества нефтепродуктов (бензин, дизельное топливо, ГСМ)[Электронный ресурс].-Режим допуска: http://alfa-prom.ru/e_expan_oil.html.

2.Владимир Шарандин Приборы (октанометры) для измерения октанового числа бензина [Электронный ресурс].- Режим доступа: https://www.drive2.ru/b/1391423/.

УДК 621.317

ПОКРЫШОВ В.В., СИНИЦКИЙ О.П.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,Київ, Україна, e-mail: olegsinitskiy@mail.ru

Одним из самых перспективных путей уменьшения потерь при передаче энергии от генератора к потребителю, обеспечения надежности снабжения потребителей электроэнергией является развитие интеллектуальных электрических сетей.

Основные требования к интеллектуальным электрическим сетям были сформированы и представлены в статьях и докладах еще 90-х годов прошлого века, в частности в связи с резким ростом распределенных источников, в том числе возобновляемые источники энергии (ВИЭ), подключаемых к сетям.

Через несколько лет за рубежом для описания интеллектуальных электрических сетей стал использоваться термин «smart grid».

Необходимо отметить, что этот термин является более точным для формируемых сетей 21 века, чем часто применяемое в Украине определение — «интеллектуальные (или умные) сети», так как «smart» — это не только интеллект, но и удобство, безопасность, коммуникабельность[1].

Поэтому под «умной» электрической сетью следует понимать сеть, которая адекватно и оптимально реагирует на любые внешние и внутренние технологические возмущения на условиях обеспечения удобства, экологичности и безопасности для общества.

Таким образом, интеллектуализация электрических сетей (как внедрение новейших информационных технологий для управления, защиты и мониторинга состояния оборудования и систем) является одной из важнейших, но не единственной тенденцией развития электрических сетей 21 века.

С точки зрения Министерства энергетики США, интеллектуальным сетям (Smart Grid) присущи следующие атрибуты [2]:

- способность к самовосстановлению после сбоев в подаче электроэнергии;
- возможность активного участия в работе сети потребителей;
- устойчивость сети к физическому и кибернетическому вмешательству злоумышленников;
- обеспечение требуемого качества передаваемой электроэнергии;
- обеспечение синхронной работы источников генерации и узлов хранения электроэнергии;
- появление новых высокотехнологичных продуктов и рынков;
- повышение эффективности работы энергосистемы в целом.

Рис. 1. Основные тенденции развития электрических сетей в 21 веке

На рис. 1 приведена схема развития электрических сетей в 21 веке. Как видно из представленной диаграммы — основой интеллектуализации электрических сетей является повышение автоуправляемости на основе новых информационных технологий. Кроме того, особенностями сетей 21 века должны стать появление «высокоамперных» линий электропередачи, максимальная компактность электросетевых объектов, их экологичность и безопасность, повышение качества и надежности электроснабжения.

Можно выделить три уровня интеллектуализации электрических сетей: верхний — интеллектуализация сетей и систем в целом — как единой мегасистемы, средний — интеллектуализация комплексов оборудования (прежде всего, подстанций) и, наконец, интеллектуализация отдельных видов силового оборудования и потребителей.

Нужно отметить, что все три уровня интеллектуализации связаны между собой, то есть интеллектуальную электрическую сеть следует рассматривать как единый технологический комплекс.Работы по созданию «интеллектуальных» (активно-адаптивных электрических сетей) ведутся во всех промышленно развитых и многих развивающихся странах мира. Одним из основных элементов таких сетей являются «цифровые подстанции». В основу идеи построения цифровой подстанции заложена замена многочисленных проводных связей для обмена традиционными аналоговыми и дискретными сигналами на унифицированный обмен цифровыми сообщениями, обеспечивающими возможность распределенной реализации функций системы автоматизации подстанции и полную функциональную совместимость интеллектуальных электронных устройств различных производителей. Наиболее полно на сегодня изучены вопросы обмена информацией в рамках стандарта МЭК 61850 для таких устройств и подсистем подстанции, как

измерительные трансформаторы тока и напряжения, коммутационные аппараты, микропроцессорные терминалы релейной защиты и автоматики, АСУТП. На сегодняшний день большинство видов силового оборудования оснащено значительным числом первичных датчиков и исполнительных механизмов, однако имеющиеся интерфейсы различаются и в большинстве случаев являются не цифровыми. Понятно, что снабжение каждого датчика цифровым интерфейсом и подключение его к ЛВС (локальной вычислительной сети) уровня процесса экономически нецелесообразно. Более того, это приведет к появлению в сети сотен новых абонентов, что может вызвать перегрузку сети и даже парализовать ее работу.

Интеллектуальная электрическая сеть как единый технологический комплекс

Иногда «умные» электрические сети связывают только с потребителями (многофункциональные счетчики, «умные дома» и т.д.). Иногда говорим об «активно-адаптивных» сетях, в основном, применительно к системообразующим сетям. Кстати, термин «активно-адаптивные сети» полностью соответствует пониманию «интеллектуальных» электрических сетей, рассмотренному выше. Это не совсем корректно, — «интеллектуальная» электрическая сеть — это единый технологический комплекс.

Все эти сети стоят на двойном основании: сетевом интеллектуальном оборудовании и информационной инфраструктуре. Инструментами адаптивной подстройки к внешним и внутренним технологическим изменениям среды являются две «руки» — силовые устройства подстройки — устройства FACTS и электронные устройства тонкой подстройки — новое поколение микропроцессоров — IED (интеллектуальные электронные устройства). Интеллектуальные электронные устройства — это многофункциональные устройства. Они используются в первую очередь как процессоры, а также как цифровые датчики информации и средства автоматизации. IED собирают данные, а затем выполняют дополнительные расчеты и реализуют логику принятого алгоритма. Важным является то, что в дополнение к текущим значениям эти приборы записывают информацию об исправности, эксплуатационные характеристики и историю объекта. Все это и составляет «интеллект» IED, который они проявляют в процессе эксплуатации. Протоколы и каналы связи, имеющиеся в IED и устройствах связи, позволяют интегрировать информацию.

Управляется все это центром («мозгом»), включающем базу данных, технологические системы управления, операторов и диспетчеров. Язык общения — протокол IEC 61850, нервная система — единая процессорная шина, позволяющая работать в реальном режиме времени. Таким образом, умная сеть, независимо от ее уровня, — это единый технологический комплекс.

Литература

1. *Интеллектуальные сети электроснабжения Smart Grid {Электронный ресурс }. – Режим доступа:* nidec-asi-vei.ru/produktsiya/ise/.

2. *Ледин С. Интеллектуальные сети Smart Grid — будущее российской энергетики // Автоматизация и IT в энергетике. № 11 (16), 11.2010.*

УДК 621.328.13

СИМОНЕНКО І.О. ПАВЛИШИН М.І.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ПАРАМЕТРІВ РІЧКОВИХ ПАВОДКІВ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна, boy.toy.destroy@gmail.com

Вступ. Динаміка змін клімату призводить до дисбалансу природної рівноваги на локальному рівні[1].Особливо небезпечними є зміни рівня води та швидкості течії гірських річок в період весняних та дощових паводків. Рівень води в паводковий період збільшується від 1 до 10 метрів, що призводить до руйнування навколишнього середовища.

Постановка задачі. Пошук методів та розробка інтелектуальної, технічної інформаційно-вимірювальної системи для моніторингу стану гірських річок в паводковий період.

Результати досліджень та розробки. Порівняльний аналіз із значеннями підйому рівня води на р. Тисах[2] та можливостей інформаційно-вимірювальної системи, які можуть вимірювати динамічні зміни рівня, швидкості та напряму показує :

1) Паводкова ситуація суттєво відрізняється на різних ділянках річки.

2) Накопичення ламаного льоду в місцях поворотів та мостів створює штучні греблі, що призводить до усе більших розливів води та руйнування.

3) Багато річний аналіз показав, що при температурі +5 °C та вище починається хаотичне руйнування льоду та збільшення рівня стокової води.

Враховуючи вище сказане, автори пропонують вести розподілену інформаційно-вимірювальну систему, яка складається з декількох вимірювальних підсистем, що розміщені в найбільш критичних місцях протікання річок.

Структурна схема такої підсистеми приведена на рис.1.

Первинні вимірювальні перетворювачі представляють собою окремі датчики, кожен із яких вимірює відповідний параметр річкової води – температуру, швидкість течії, рівень води річки. Принцип роботи датчика температури ґрунтується на залежності опору від температури; швидкості течії – підрахунку та реєстрації кількості обертів лопастного гвинта; рівня води – відстані від датчика до поверхні води річки.

Нормуючі пристрої представляють собою підсилювачі напруги, яка є вихідним сигналом датчиків. Дані пристрої нормують сигнал до рівня від 0 до 5 V, що є обов’язковою умовою для роботи пристроїв подальшої обробки отриманого сигналу.

Мікроконтролер являє собою програмно-керований пристрій, який призначено для обробки та виконання логічних операцій з цифровою інформацією, яку перетворить вбудований аналого-цифровий перетворювач. Мікроконтролер також має в своєму складі комутатор, який виконує функцію почергового підключення вихідних сигналів первинних вимірювальних

перетворювачів до вимірювального каналу інформаційно-вимірювальної системи.

Блок живлення використовується для живлення елементів схеми відповідними напругами.

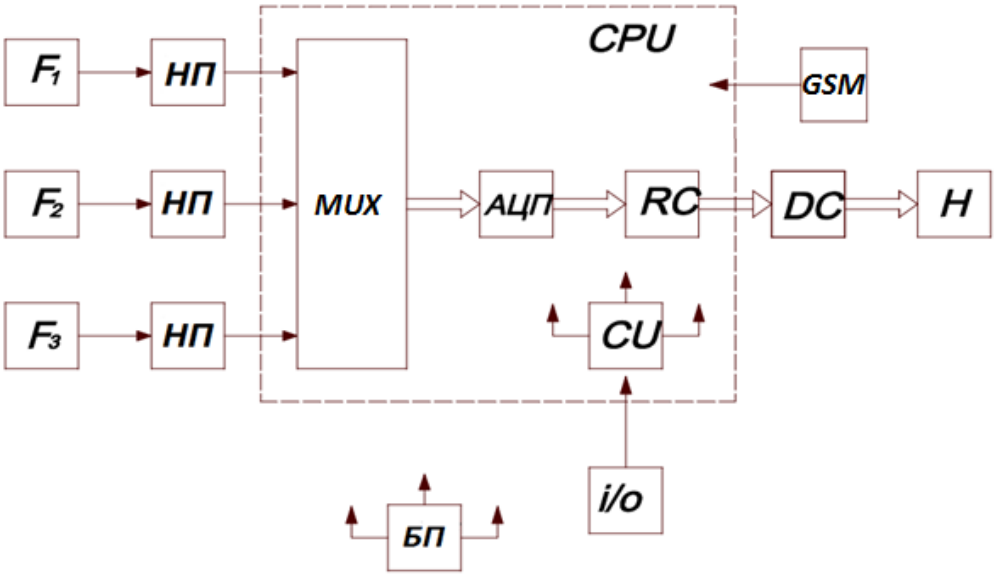


Рис. 1. Структурна схема “Інформаційно-вимірювальної системи параметрів паводкової ситуації”

На Рис. 1 позначено:
- F (1,2,3) - блоки первинних вімірювальних перетворювачів;
- НП – блоки нормуючих пристроїв;
- MUX – програмнно-керований комутатор – мультиплексор;
- GSM – система мобільного зв’язку;
- i/o – пристрій введення інформації;
- АЦП – аналого-цифровий перетворювач;
- DC – контроллер індикації;
- H – пристрій індикації;
- CPU - мікрокомп’ютер;

Використання системи GSM зв’язку дозволяє оперативно отримувати результати моніторингу паводкової ситуації на річці та вчасно вживати необхідні заходи.

Первинні вимірювальні перетворювачі перетворюють відповідні значення параметрів води в напругу постійного струму відповідного рівня. Ця напруга нормується до рівня 0…5 V. Нормований аналоговий сигнал поступає на аналоговий вхід комутатора мікроконтролера, де виконується вибір каналу вимірювання та подальше перетворення сигналу обраного каналу в цифровий код. Далі відбувається передача інформації на пристрій виводу. Вибір каналу вимірювання та керування процесом вимірювання задаються користувачем через клавіатуру.

Відповідно до поставлених задач розроблено алгоритм функціонування системи, який представлено на рис.2.

Рис. 2. Алгоритм роботи "Інформаційно-вимірювальної системи параметрів паводкової ситуації"

Висновки. Проведені дослідження показали, що використання інформаційно вимірювальної системи для моніторингу паводкового стану річок з GSM зв'язком є ефективним і надійним засобом, що запобігає чисельним екологічним руйнуванням.

Література

1. *Є. Володарський, В. Кухарчук, В. Поджаренко, Г. Сердюк. Метрологічне забезпечення вимірювань і конролю. Вінниця ВДТУ. 2001-219 с.*

2. *В. Єременко, Ю. Куц, В. Мокійчук, О. Самійліченко. Статистичний аналіз даних вимірювань К.:НАУ.2015-321 с.*

УДК 004.94: 681.518.3

СИНИЦЯ В.І.[1], ОСТРОГЛЯД Д.І.[2]

МОДЕЛЮВАННЯ АЛГОРИТМУ РОЗРАХУНКУ КОРЕЛЯЦІЙНОЇ РОЗМІРНОСТІ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна, [1]sinitsa47@i.ua, [2]ostrohliad@ex.ua

Вступ. На теперішній час, активно розвивається теорія динамічних систем, і, в зокрема, прикладання методів цієї теорії до аналізу часових рядів [1]. Це зумовлено тим, що в теорії динамічних систем розроблені методи, що дозволяють за записом часового ряду одного з параметрів відобразити окремі характеристики всієї системи. Аналіз часових рядів часто проводиться з позиції теорії динамічних систем та фрактальних множин, що дозволяє розглянути аналіз сигналів як процес ідентифікації/класифікації динамічних систем за результатом аналізу експериментальних даних [2]. Необхідно відмітити той факт, що такий підхід дуже ефективний у випадку аналізу невизначених даних, аналітичну модель якої практично неможливо скласти або коли відомі лише експериментальні дані, а знання моделі не обов'язкові.

Найбільш підходящий підхід в цій ситуації можна вважати підходом з використанням методу імітаційного моделювання з метою дослідження алгоритмів обробки вимірювальної інформації у вигляді часових рядів.

Постановка задачі. Розробка імітаційної моделі алгоритму розрахунку кореляційної розмірності для аналізу часових рядів за допомогою MATLAB з метою визначення, являться ряд хаотичним і яка його кореляційна розмірність.

Фрактальна размірність часових рядів. Хаотичні часові ряди описують на основі самоподібності основним показником якої являється фрактальна розмірність.

Методи фрактального аналізу містять декілька алгоритмів, одним з яках являється алгоритм розрахунку кореляційної розмірності (CD), яка являється важливою кількісною характеристикою аттрактору, несе інформацію о степені складності поведінки динамічної системи і яку можна використовувати в якості індикатору локальної стабільності часового ряду.

Алгоритм розрахунку CD (алгоритм Грассбергера і Прокаччі) [3] заснований на розрахунку кореляційної суми, в якості якої C(r), для кожного r рівна нормованому числу пар точок аттрактору, відстань між якими не перевищує r:

Кореляційна сума C(r) являє собою ймовірність того, що відносне число пар точок на відновленому аттракторі в m-мірному лаговому просторі знаходиться в межах відстані не більшому за *r* один від одного

$$C_m(r) = \frac{1}{n}\sum_{i=m}^{N}\sum_{j<i}\delta(r - |y_i - y_j|),$$

де $n = (N-(m-1))(N-(m-1)-1)$ — кількість пар точок на відновленому аттракторі;

δ– функція Хевісайду для всіх пар значень i и j, якщо i≠j, $|y_i - y_j|$ – абсолютне значення відстані між точками множини, i, j = 1,2,3,...,n;

r — радіус.

Значення кореляційної суми залежить від r, при чому ця залежність має степеневий характер, а для практичного обчислення розмірності, використовується наступне співвідношення

$$\mathrm{Log}(C_m(r)) \sim CD \cdot \mathrm{Log}(r),$$

де CD –кореляційна розмірність.

Це ознпчає, що графік залежності C_m (, зображений на подвійній логарифмічній шкалі, має бути прямою лінією, а кут нахилу цієї прямої являється значенням CD. Функцію $C_m(r)$ апроксимують лінією регресії, тангенс кута нахилу якої і являється розмірністю CD.

Якщо графік функції $\ln(C_m(r))$ відносно $\ln(r)$ має чітко виражену лінійну ділянку (область скейлінгу), це вказує на існування самоподібності геометрії аттрактора, що, в свою чергу, говорить про хаотичність часового ряду.

Імітаційна модель. Для автоматизованого знаходження фрактальної розмірності було розроблено програмне забезпечення в середі MatLab, яке завантажує дані з файлу запису часового ряду, аналізує дані по алгоритму Грассбергеру і Прокаччі, розраховує лінію регресії, встановлює значення CD, оцінює похибку апроксимації і перевіряє статистичну значимість рівняння.

Склад і взаємодія модулів програмного забезпечення імітаційної моделі наведені на рисунку 1.

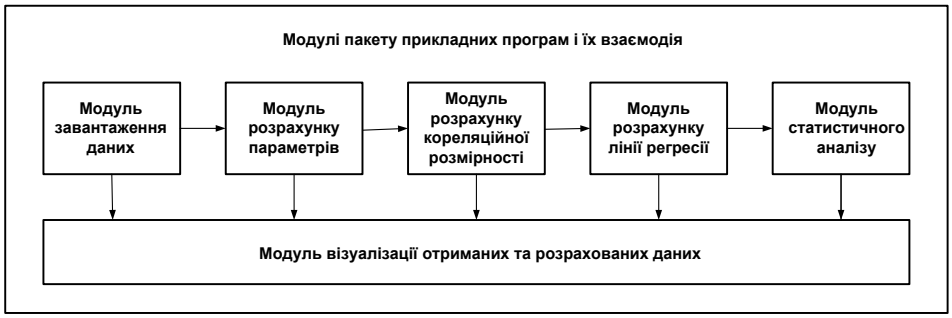


Рис. 1. Імітаційна модель алгоритму

Висновки. Розроблена імітаційна модель у вигляді програмного забезпечення в середовищі MatLab, яка дозволяє автоматизоване знаходження кореляційної розмірності.

Література

1. *Захаров В.С. Поиск детерминизма в наблюдаемых геолого-геофизических данных: анализ корреляционной размерности временных рядов. // Современные процессы геологии. Сборник научных трудов. М., Научный мир, 2002, с.184-187.*
2. *Федер Е. Фракталы. М: Мир, 1991. 260 с.*
3. *Шредер М. Фракталы, хаос, степенные законы. Ижевск: РХД, 2001. 528 с.*

УДК 004.94: 681.518.3

СИНИЦЯ В.І.[1], ПОДРУБАЙЛО М.В.[2], СУПРУН Б.А.[3]

МОДЕЛЮВАННЯ АЛГОРИТМУ РОЗРАХУНКУ ПОКАЗНИКА ХЕРСТА

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна, [1]sinitsa47@i.ua, [2]podrubailo-maryna@ukr.net, [3]pieliecry@gmail.com

Вступ. Дуже часто на практиці вивчаються часові ряди, які не є нормально-розподіленими або близькими до неї. Для аналізу таких часових рядів Херстом [1] була запропонована статистика - показник H, який побудований на аналізі розмаху параметра (його найбільшого і найменшого значення на досліджуваному відрізку) і середньоквадратичного відхилення. Метод аналізу часових рядів заснований на використанні такого показника являє собою метод нормованого розмаху (R/S-аналіз).

Головним чином цей метод дозволяє розрізнити випадковий і фрактальний часові ряди [2], а також робити висновки про наявність неперіодичних циклів, довготривалої пам'яті і т.д. Наприклад, різноманітні фрактальні структури властиві гідродинамічній турбулентності.

Запропонований Херстом показник H - широко застосовується в аналізі часових рядів завдяки своїй стійкості до маргінальних розподілень ймовірності.

Підхід аналізу часових рядів з позиції теорії динамічних систем та фрактальних множин дозволяє розглядати аналіз сигналів як процес ідентифікації/класифікації динамічних систем за результатом аналізу невизначених експериментальних даних.

Найбільш придатним підходом в такій ситуації можна вважати підхід з використанням методу імітаційного моделювання з метою дослідження алгоритмів обробки невизначеної вимірювальної інформації.

Постановка задачі. Розробка імітаційної моделі алгоритму розрахунку показника Херста для аналізу часових рядів в середовищі MATLAB [3] з метою виявлення взаємопов'язаних подій і наявність неперіодичних циклів, довготривалої пам'яті, тощо.

Деякі відомості про фрактальну розмірність часових рядів. Хаотичні часові ряди описують на основі самоподібності основним показником якої являється фрактальна розмірність.

Для визначення фрактальної характеристики (фрактальної структури часових рядів) зазвичай використовується алгоритм Херста [3], заснований на розрахунку показника нормованого розмаху

$$R/S_n = \frac{\sum_{l=1}^{L} R/S_L}{L}$$

де R — розмах вибірки; S — емпірична дисперсія; n — розмір вибірки; L — кількість суміжних сегментів початковій реалізації довжиною n.

Значення нормованого розмаху залежить від n, при чому ця залежність має степеневий характер, а для практичного обчислення розмірності, використовується наступне співвідношення

$$\mathrm{Log}(R/S(n)) \sim H \cdot \mathrm{Log}(n),$$

де H – показник Херста.

Графік залежності $\mathrm{Log}(R/S(n))$ від $\mathrm{Log}(n)$ апроксимують лінією регресії

$$\mathrm{Log}(R/S(n)) = H \cdot \mathrm{Log}(n) + c$$

кутовий коефіцієнт якої і становить апроксимоване значення показника Херста H.

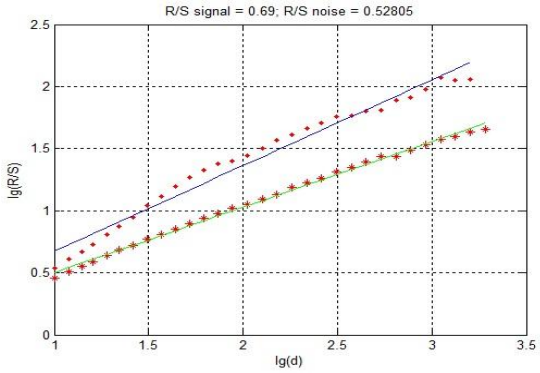
Показник Херста пов'язаний з традиційною «клітинною» фрактальною розмірністю (D) і може бути перетворений у фрактальну розмірність за допомогою наступної формули:

$$D = 2 - H$$

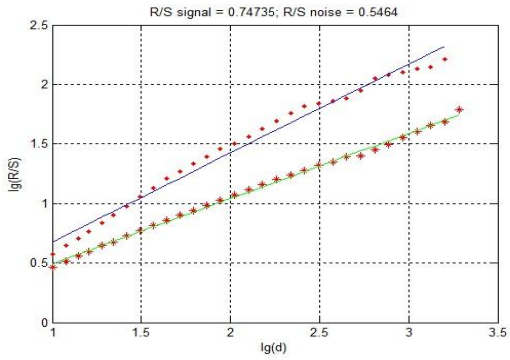
де D - розмірність, значення якої знаходиться в межах $1 < D < 2$.

Імітаційна модель. Для автоматизованого знаходження показника Херста H і фрактальної розмірності D було розроблено програмне забезпечення в середовищі MatLab, яке завантажує дані з файлу запису часового ряду, аналізує дані по алгоритму Херста, розраховує лінію регресії, встановлює значення H і D, оцінює похибку апроксимації і перевіряє статистичну значимість рівняння.

Результати роботи програмного забезпечення частково наведені на рис.1



$H_{signal} = 0,69 \quad H_{noise} = 0,528$



$H_{signal} = 0,74 \quad H_{noise} = 0,5464$

Рис. 1 Діаграми Херста для реальних даних і шумового сигналу з нормованим нормальним законом розподілу (графік знизу)

Статистична значущість лінії регресії ха Пірсоном становить $R^2 = 0,962$.

Висновки. Розроблена імітаційна модель у вигляді програмного забезпечення в середовищі MatLab, яка дозволяє автоматизоване знаходження показника Херста і забезпечує виконання статистичного аналізу отриманих результатів.

Література

1. *Херст, Г. Э. «Долгосрочная вместимость водохранилищ». Труды Американского общества гражданских инженеров, 116, 770-808, 1951.*
2. *Федер Е. Фракталы. М: Мир, 1991. 260 с.*
3. *Дьяконов В. П. MATLAB. Полный самоучитель. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 768 с.: ил.*

УДК 004.94: 681.518.3

СИНИЦЯ В.І.[1], ПОДРУБАЙЛО М.В.[2], ШЕВЧЕНКО Є.О.[3]

МОДЕЛЮВАННЯ АЛГОРИТМУ ХІГУЧІ РОЗРАХУНКУ КОРЕЛЯЦІЙНОЇ РОЗМІРНОСТІ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна, [1]sinitsa47@i.ua, [2]podrubailo-maryna@ukr.net, [3]e.a.shevchenko1996@mail.ru

Вступ. Методика аналізу часових послідовностей, розроблена в теорії динамічних систем, використовує підхід до аналізу часових рядів з позиції теорії динамічних систем і фрактальних множин і дозволяє по запису часового ряду одного з параметрів відновити деякі характеристики всієї системи. Такі методи дозволяють розмежувати випадкові і детерміновано-хаотичні системи, оцінити складність таких систем [1].

Найбільш придатним підходом в такій ситуації можна вважати підхід з використанням методу імітаційного моделювання з метою дослідження алгоритмів обробки невизначеної вимірювальної інформації.

Постановка задачі. Розробка імітаційної моделі алгоритму розрахунку фрактальної розмірності методом Хігучі для аналізу часових рядів в середовищі MATLAB [3] з метою виявлення взаємопов'язаних подій і наявність неперіодичних циклів, довготривалої пам'яті і т.д.

Теоретичні засади методу Хігучі. Фрактальна розмірність - міра складності даних, чутлива до різного роду недосконалостей реальних об'єктів, дозволяючи розрізняти і індивідуалізувати те, що раніше було невиразно (джерело/подія). На даний час існує декілька різноманітних методів обчислення фрактальних розмірностей при аналізі особливостей вихідного часового ряду. Один з них – метод Хігучі **(**Higuchi’s Method (HM)).

Фрактальна розмірність зазвичай оцінюється в фазовому просторі, але метод Хігучі **(**Higuchi’s Method (HM) [2] пропонує алгоритм для оцінки фрактальної розмірності безпосередньо в часовій області без відновлення незвичайного атрактора. Метод HM дає достатньо добру оцінку FD в разі короткої часової серії, тому з вихідного часового ряду $x\ i\ ,\ \ i=1,...N$ формуються декілька нових скінчених часових рядів $x_m^k\ i$, побудованих за наступним рівнянням

$$x_m^k=\left\{x\ \ m\ ,x\ \ m+k\ ,x\ \ m+2k\ ,...,x\left(m+\frac{N-m}{k}\right)\cdot k\right\},\qquad m=1,2,...k$$

де m і k являють собою цілі числа, і вказують на початковий момент часу і інтервал часу, відповідно.

Довжина серії $x_m^k\ i$ визначається в такий спосіб:

$$L_m\ \ k\ =\frac{1}{k}\left\{\left(\sum_{i=1}^{\frac{N-m}{k}}x\ \ m+ik\ -x\ \ m+\ i-1\ \ k\ \right)\cdot\frac{N-1}{\left(\frac{N-m}{k}\right)\cdot k}\right\},$$

де $N-1/[N-m/k]\cdot k$ - являє собою нормуючий коефіцієнт для довжини підмножини.

Довжину серії $L\ k$ при $x\ i$ отримують шляхом усереднення всіх підсерій довжин $L_m\ k$, які були отримані при заданому значенні k (середнє з m серій).

Значення $L_m\ k$ залежить від k, при чому ця залежність має степеневий характер, а для практичного обчислення розмірності, використовується наступне співвідношення

$$\log_2 L_m\ k \sim HD\cdot\log_2 k$$

де HD – показник фрактальної розмірності Хігучі.

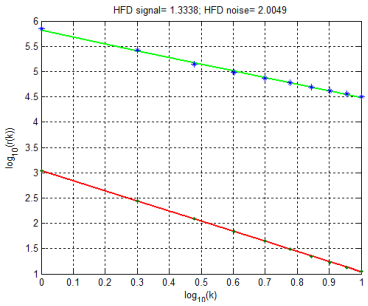
Графік залежності $\log_2 L_m\ k$ від $\log_2 k$ апроксимують лінією регресії

$$\log_2 L_m\ k = HD\cdot\log_2 k + c,$$

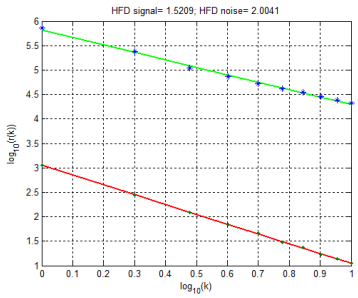
кутовий коефіцієнт якої і становить апроксимоване значення HD.

Імітаційна модель. Для автоматизованого знаходження фрактальної розмірності DHM було розроблено програмне забезпечення в середовищі MatLab, яке завантажує дані з файлу запису часового ряду, аналізує дані по алгоритму Хігучі, розраховує лінію регресії, встановлює значення HD, оцінює похибку апроксимації і перевіряє статистичну значимість рівняння.

Для апробації роботи програмного забезпечення був проведений експеримент по обчисленню фрактальної розмірності для випадкових сигналів і шумових сигналів з різними законами розподілу ймовірностей. Результати (частково) наведені на рис. 1.



$H_{signal} = 1{,}3338 \quad H_{noise} = 2{,}0049$



$H_{signal} = 1{,}5209 \quad H_{noise} = 2{,}0041$

Рис. 1 Діаграми Хігучі для реальних даних і шумового сигналу з нормованим нормальним законом розподілу (графік знизу)

Статистична значущість апроксимації за Пірсоном становить $R^2 = 0{,}962$.

Висновки. Розроблена імітаційна модель у вигляді програмного забезпечення в середовищі MatLab, яка дозволяє автоматизоване знаходження фрактальної розмірності методом Хігучі і забезпечує виконання статистичного аналізу отриманих результатів.

Література

1. *Федер Е. Фракталы. М: Мир, 1991. 260 с.*
2. *Higuchi, T. Approach to an Irregular Time Series on the Basis of the Fractal Theory. Physica D (1988), 31, 277-83.*
3. *Дьяконов В. П. MATLAB. Полный самоучитель. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 768 с.: ил.*

УДК 681.518.3; 681.5.08

СКРИПІЙ Г.Ю.[1], ШАНТИР С.В.[2]

СИСТЕМА ВИМІРЮВАНЬ ТЕМПЕРАТУРИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОКСУ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,Київ, Україна, [1]anne4kask@gmail.com, [2]shantyr.sv@gmail.com

Вступ. Температурний режим обігріву коксових батарей, поряд з властивостями вугільної шихти, має істотний вплив на хід технологічного процесу коксування, відхилення від якого призводить до виникнення хімічних продуктів коксування в камері печі, видалення яких надзвичайно важка процедура, та до значних змін виходу коксу і його якості. Це вимагає безперервного вимірювання температури та моніторингу температурного режиму технологічного процесу коксування, критичного до будь яких незначних відхилень, які можуть привести до зупинки процесу коксування з руйнівними наслідками [1].

Постановка задачі. Метою роботи є дослідження температурного режиму технологічного процесу виготовлення коксу та розробка системи вимірювань температури та алгоритму моніторингу температурного режиму коксової батареї при виробництві коксу.

Температурний режим технологічного процесу виготовлення коксу. Експлуатація коксових печей вимагає додержання температурного режиму технологічного процесу, який потребує рівномірного розподілу температур в обігрівальної системі по довжині батареї, та своєчасної реакції на його відхилення. Це досягається безперервним вимірюванням температури та моніторингом до 128 вибіркових точок температури розташованих за полем зору оператора. В цих вибіркових точках встановлюються датчики температури – термопари. За вимогою технологічних карт процесу коксування діапазон вимірюваних температур до +1600 °С, похибка вимірювання до ±0,01 °С. Вимірювання температури в вибіркових точках установки датчиків виконується кожну годину, а по завершенні процесу коксування з інтервалом 35 хвилин та 15 хвилин, відповідно [1,2]. За результатами вимірювань будується крива температур по зонах коксової печі. На теперішній час для реалізації on-line моніторингу на коксових печах застосовуються стаціонарно встановлені термометри опору, термоелектричні термометри (термопари). Експрес-контроль виконується в режимі off-line оптичними пірометрами.

Система вимірювань та моніторингу температури коксової печі. В роботі запропоновано систему вимірювання температури та on-line моніторингу температурного режиму технологічного процесу коксування реалізовану за децентралізованою структурою, як показано на рис. 1. Первинні вимірювальні перетворювачі побудовані на RISC-мікропроцесорній платформі. Вони виконують процедури попередньої обробки вимірювальних сигналів: процедура компенсації холодного спаю; видалення грубих похибок; корекція залежності напруги на виході каналу вимірювання температури від значення

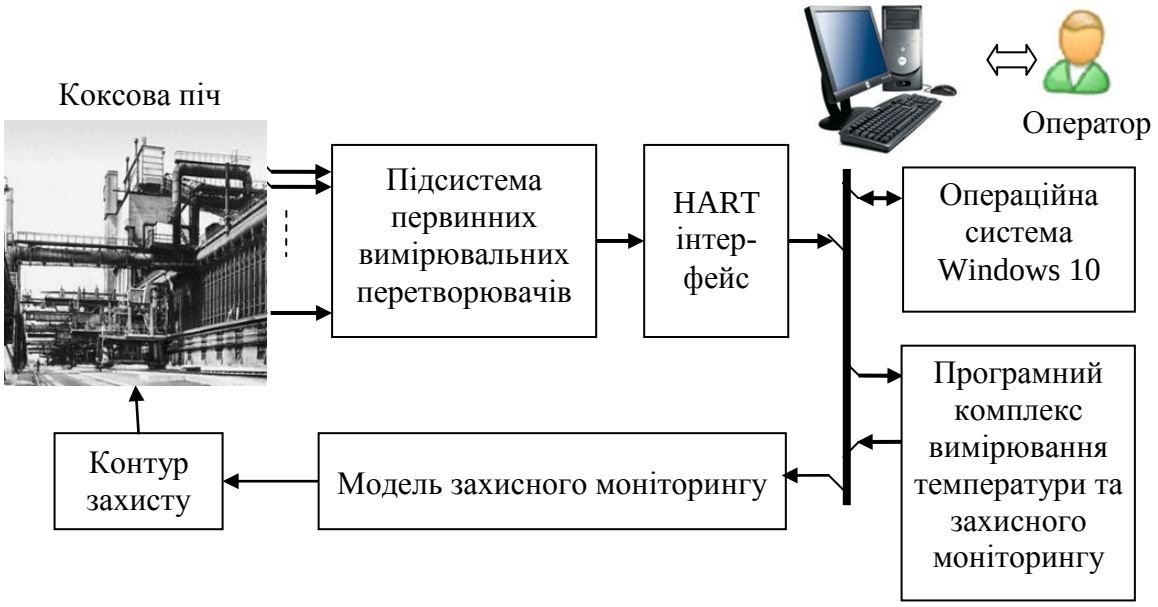


Рис. 1. Система вимірювання та моніторингу температури технологічного процесу коксування.

температури [3]. Для обміну командами та даними між первинними вимірювальними перетворювачами та робочою станцією використовується промисловий інтерфейс HART. Робоча станція накопичує вимірювальну інформацію про температурний стан технологічного процесу коксування, виконує формування тренду температур та класифікацію відповідності технологічного процесу технологічним картам.

Виконаний аналіз зміни температурного режиму коксової батареї на тривалості технологічного процесу коксування та проведене експериментальне дослідження алгоритму on-line моніторингу методом імітаційного моделювання, при заданих обмеженнях, показали працездатність розробленого алгоритму вимірювань та можливість його реалізації в децентралізованій структурі побудови системи.

Висновки. Виконано дослідження технологічного процесу коксування в аспекті дотримання температурних режимів і технології вимірювань та запропоновано децентралізовану структуру системи on-line вимірювань та моніторингу температури елементів коксової батареї. Запропоновано алгоритм збору і обробки вимірювальної інформації для прийняття рішення що до відповідності технологічного процесу коксування технологічним картам.

Література

1. www.koks.in.ua/tradicionnoe-proizvodstvo-koksa/temperaturnyj-rezim-koksovyh-batarej.

2. www. moluch.ru/conf/tech/archive/73/3368.

3. Электрические измерения: Учебник для вузов. Под ред А.В. Фремке и Е.М. Душина. –Л.: Энергия, 1980. -392с

УДК 621.328.08

ЧУМАК В.В.,ПАВЛИШИН М.І.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна, stp.vadim@gmail.com

Вступ. Проблема якості питної води – є важливою і актуальною, прямо впливає на стан здоров'я людей.

Сьогодні на планеті відчувається недостача питної води приблизно для 1 мільярда людей.

Так в Європі на 1 людину споживають 1,4 м^3 , в той час коли в Україні лише 1,1 м^3. Під поняттям якісна вода автори розуміють воду якість якої відповідає міжнародним або національним стандартам. В Україні діє ДСТУ 7525:2014 [1],у відповідності до вимог якого обов'язковими для вимірювання є наступні параметри:

-температура, [^0C];

-водневий рівень, [pH];

-мутність, [*НОК*];

Постановка задачі. Пошук та розробка техніко-технологічних рішень для контролю якості питної води шляхом вимірювання її основних параметрів. Ідентифікація причин (невідповідність значень особливих параметрів зазначених в ДСТУ[1]) незадовільної якості питної води.

Результати досліджень та розробки. Системний аналіз особливостей прийнятих в світі методів вимірювання основних характеристик води та оцінка метрологічних та технічних характеристик засобів вимірювальної техніки дає авторам можливість запропонувати використання інформаційно-вимірювальну систему структуру якої приведена на рисунку 1.

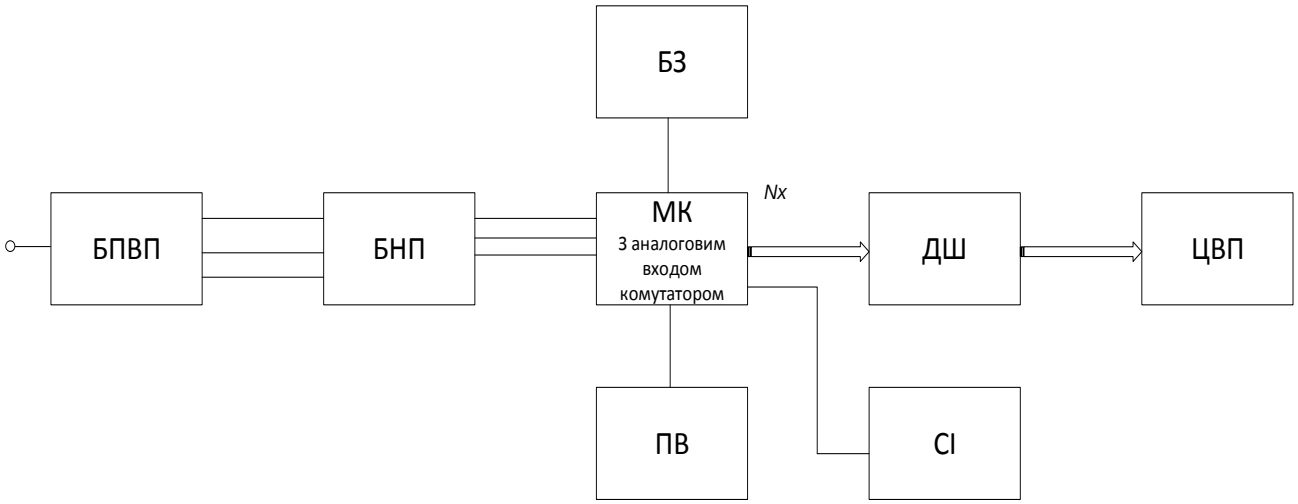


Рис.1 Структурна схема ІВС параметрів питної води.

На Рис. 1 позначено:

- БПВП – блоки первинних вимірювальних перетворювачі;
- БНП – блоки нормуючих перетворювачів;
- БЗ – база знань;
- МК – мікроконтроллер на базі M68HC12;
- ПВ – пристрій введення;
- ДШ – дешифратор;
- СІ – системний інтерфейс;
- ЦВП – цифровий відліковий пристрій;

Первинні вимірювальні перетворювачі представляють собою окремі датчики, кожен із яких вимірює відповідний параметр якості води – температуру, мутність, водневий рівень. Принцип роботи датчика температури ґрунтується на залежності опору від температури, мутності – кількості розсіяного світла та відбитого, водневого рівня – напруги, що є результатом хімічної реакції між металами та нерозчиненими сполуками солей.

Нормуючі пристрої представляють собою підсилювачі напруги, яка є вихідним сигналом датчиків. Дані пристрої нормують сигнал до рівня від 0 до 5 V, що є обов’язковою умовою для роботи пристроїв подальшої обробки отриманого сигналу.

Мікроконтролер являє собою програмно-керований пристрій, який призначено для обробки та виконання логічних операцій з цифровою інформацією, яку перетворить вбудований аналого-цифровий перетворювач. Мікроконтролер також має в своєму складі комутатор, який виконує функцію почергового підключення вихідних сигналів первинних вимірювальних перетворювачів до вимірювального каналу інформаційно-вимірювальної системи.

Алгоритми функціонування даної ІВС відповідають базовим вимогам викладеним в [2].

Важлива відмінність даної інформаційно-вимірювальної системи є те, що вона дозволяє не лише виміряти та зберегти поточні значення якості води, але і ідентифікувати причину невідповідності вимогам ДСТУ[1].

Така можливість можливість забезпечується тим, що база знань інформаційно-вимірювальної системи побудована у формі фреймів, в слотах яких зберігаються масиви всіх можливих значень параметрів якості питної води.

Вибір первинних вимірювальних перетворювачів та їх характеристики наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Блок	$x_{вх}$	$x_{вих}$	$К_П$	Похибка
Канал вимірювання температури				
Датчик	10…50 ^{0}C	0…5 V	0,1 V/ ^{0}C	0,05 %
Нормуючий пристрій	0…5 V	0…5 V	1…10	0,05 %
Комутатор	0…5 V	0…5 V	1	0,003 %
АЦП	0…5 V	код	код	0,097 %
Канал вимірювання водневого рівня				
Датчик	4…10 pH	±0,413 V	0,059V/ pH	0,4 %
Нормуючий пристрій	± 0,413 V	0…5 V	6,05	0,5 %
Комутатор	0…5 V	0…5 V	1	0,003 %
АЦП	0…5 V	код	код	0,097 %
Канал вимірювання мутності				
Датчик	0…25 НОК	0…5 V	0,2V/ НОК	0,07 %
Нормуючий пристрій	0…5 V	0…5 V	1	0,83 %
Комутатор	0…5 V	0…5 V	1	0,003 %
АЦП	0…5 V	код	код	0,097 %

Така інформаційно-вимірювальна система необхідна для контролю якості питної води, перш за все на станціях водоочистки – це приблизно 200 інформаційно-вимірювальних систем на рік.

Висновки. Результати досліджень наведені в матеріалах доповіді, підтверджують актуальність розробки інтелектуальної інформацйно-вимірювальної системи та доцільність її впровадження.

Література

1. ДСТУ 7525:2014. *Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості*
2. *КПІ-форум «Sentinel-2 for Agriculture» міжнародна ініціатива супутникового агромоніторингу GOEG LAM, 2016р.*