

УДК 681.5

ВІДДАЛЕНИЙ МОНІТОРИНГ І УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ТА ОБ'ЄКТАМИ

Р. О. Муран, І. М. Таргоній

студенти 5 курсу, група АУТП-53м, навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики
та обчислювальної техніки

Науковий керівник – к.т.н., доцент С. К. Матус

*Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна*

В статті проведено порівняльний аналіз достовірності результатів імітаційного моделювання швидкодії системи у середовищі GPSS-World та розробленої схемотехнічної моделі у CAD-системі LabCenter Protheus та досліджено завантаженість кожного з елементів системи.

Ключові слова: віддалений моніторинг, технологічний процес, об'єкт, інформаційна модель, схемотехнічна модель.

В статье проведен сравнительный анализ достоверности результатов имитационного моделирования быстродействия системы в среде GPSS-World и разработанной схемотехнической модели в CAD-системе LabCenter Protheus и определена загруженность каждого из элементов системы.

Ключевые слова: отдаленный мониторинг, технологический процесс, объект, информационная модель, схемотехническая модель.

In the article performed comparative analysis of the credibility of the results of imitational modeling of system's operational speed in the GPSS-World and developed schemotechnical model in the CAD-System LabCenter Protheus and researched the workload of the each element of the system.

Key words: remote monitoring, technological process, object, information model, schemotechnical model.

Розвиток і доступність сучасних засобів мікропроцесорної техніки, комунікаційного обладнання, вимірювальних перетворювачів та інших технічних засобів автоматизації відкривають широкі можливості для практичної реалізації систем віддаленого моніторингу та управління [1, 4-6].

Розробка, дослідження територіально розподілених систем моніторингу та управління водогосподарськими об'єктами на основі безпроводних мереж є важливим та актуальним науково-технічним завданням. Слід відмітити, що на сьогодні найбільш гостро стоїть питання безперебійного постачання і забезпечення населення якісною питною водою. Ми зупинимося на стадії його реалізації в області та проблемах, що пов'язані з відсутністю можливості оперативного визначення запасів чистої води в резервуарах та передачі диспетчеру поточної інформації про швидкість зміни рівня. Суть зводиться до того, що із пробурених свердловин вода поступає в резервуари чистої води (РЧВ), що віддалені один від одного на відстані більше 300 м. Проте довільне заповнення РЧВ і нерівномірна витрата призводить до браку води.

Враховуючи наведене вище, робота присвячена розробці, дослідженню територіально розподілених систем моніторингу та управління водогосподарськими об'єктами, зокрема

застосуванню технологій безпроводного доступу для диспетчеризації резервуарів чистої води, аналізу параметрів роботи системи з метою визначення швидкодії та коефіцієнтів використання кожного з структурних елементів запропонованої системи.

Мета роботи полягає у оптимізації процесу передачі та обміну інформації в системі моніторингу та дистанційного управління територіально розподіленими об'єктами шляхом застосування запропонованих методів та алгоритмів формування і обробки даних.

Предметом дослідження є моделі передачі та обміну інформації, методи формування та обробки даних, алгоритми обміну даними при функціонуванні системи моніторингу та дистанційного управління територіально розподіленими об'єктами системи водопостачання.

Під час розробки було проведено порівняльний аналіз достовірності результатів імітаційного моделювання швидкодії системи у середовищі GPSS-World та розробленої схемотехнічної моделі системи у CAD-системі LabCenter Protheus та досліджено завантаженість кожного з елементів системи.

В основі системи, що пропонується знаходиться програмований мікропроцесорний пристрій або сукупність пристроїв і технічні засоби телемеханіки. В залежності від потреб можлива місцева передача даних провідними каналами зв'язку або їх віддалена передача з використанням безпроводних технічних рішень та інтерфейсів. Оскільки в системі використовується протокол RS-232, тому можливим є розширення цього протоколу за допомогою безпроводних модулів. Система має відповідати вимогам надійності функціонування, а також забезпечувати передачу даних у певному форматі кадрів з наступною послідовністю: символ початку передачі даних, інформація, що надходить з аналогових входів у форматі – 8 бітів даних, 1 стоповий біт, символ переходу на новий рядок, символ кінця передачі даних.

З метою визначення швидкодії та завантаженості кожного зі структурних елементів системи необхідно розробити і дослідити **інформаційну модель її роботи в середовищі GPSS – World**.

Основним інструментом дослідження запропонованої інформаційної системи є GPSS World – система моделювання, розроблена для ОС Windows. Середовище включає розвинені оболонки для створення моделей та інтерпретацій вихідних результатів моделювання, засоби мультимедіа та відео, об'єктно-орієнтоване програмування та ін. В основу системи покладена мова імітаційного моделювання GPSS (General Purpose Simulating System) [7].

Алгоритм побудови моделі включає наступні етапи.

Визначимо швидкість збору інформації концентратором даних. Опитування давачів організовано 5 разів на секунду, оскільки відповідно до часу роботи процесора це виключить виникнення черги на вході, а отже мінімізується втрата інформації, зменшується кількість помилок та збільшується швидкодія системи.

Розрахуємо час отримання пакету інформації $t_{\text{пакета}}$ з 8 встановлених давачів

$$t_{\text{пакета}} = \frac{T}{n} = \frac{1000 \text{ мс}}{5} = 200 \text{ мс}, \quad (1)$$

де n – кількість опитувань давачів на секунду; $T = 1 \text{ с} = 1000 \text{ мс}$.

Оскільки опитування відбувається неперервно, а дані перетворюються 8-розрядним АЦП, то можна визначити час t_1 , за який система зчитує 8 біт інформації

$$t_1 = \frac{t_{\text{пакета}}}{\varphi_1} = \frac{200 \text{ мс}}{8} = 25 \text{ мс}, \quad (2)$$

де $\varphi_1 = 8 \text{ біт}$ інформації стану одного аналогового давача.

Розраховуємо параметри передачі інформації по радіоканалу. Через можливості наявної технічної бази, швидкість передачі інформації не перевищує 4800 біт/с . Тоді час передачі одного біта $t_{\text{біт}}$ рівний

$$t_1 = \frac{T}{v_1} = \frac{1c}{4800 \text{ біт}/c} = 208 \text{ мкс}, \quad (3)$$

де v_1 – швидкість передачі інформації по радіоканалу, $\text{біт}/c$.

При розробці протоколу передачі інформації запропоновано формат кадру, що передається: символ початку передачі “\$” + 8 байт інформації з давачів + символ переходу на наступний рядок “0x0A” + символ закінчення передачі (повернення каретки) “0x0D”, що складає 11 байт інформації.

Графічно формат кадру показано на рис. 1

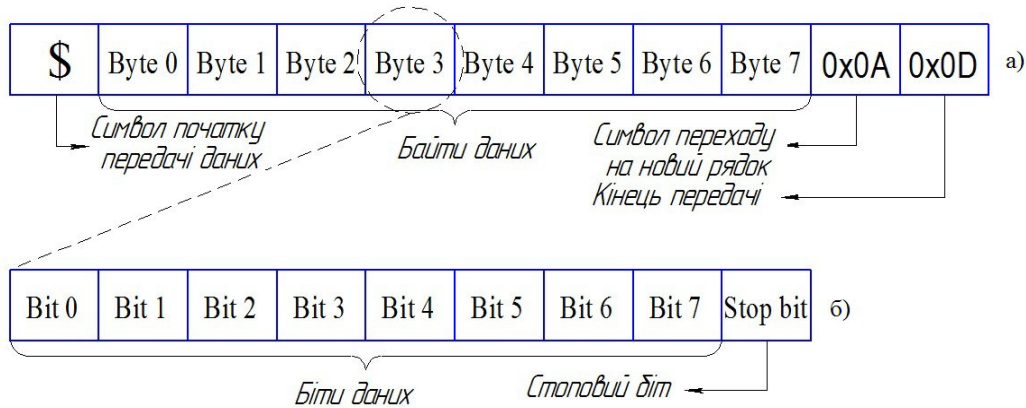


Рис. 1. Формат кадру інформації, що передається по радіо модулю: а) формат кадру; б) формат байту

Визначимо швидкість передачі даних від концентратора до автоматизованого робочого місця (АРМ) по послідовному порту з допомогою інтерфейсу RS-232. Швидкість передачі інформації по даному інтерфейсу було обрано $9600 \text{ біт}/c$. Розрахуємо для інтерфейсу RS-232 час передачі одного біта інформації $t_{\text{бітRS}}$

$$t_{\text{бітRS}} = \frac{T}{v_2} = \frac{1c}{9600 \text{ біт}/c} = 104 \text{ мкс}, \quad (5)$$

де v_2 – швидкість передачі інформації по інтерфейсу RS-232, $\text{біт}/c$.

Обчислимо час $t_{\text{к. RS}}$, за який через послідовний інтерфейс передається пакет інформації, що несе інформацію про стан 8 аналогових давачів

$$\begin{aligned} t_{\text{к. RS}} &= \varphi_3 \cdot \gamma_2 \cdot t_{\text{бітRS}} = 9 \text{ біт} \cdot 11 \text{ байт} \cdot t_{\text{бітRS}} = \\ &= 9 \cdot 11 \cdot 0,104 \text{ мкс} = 10 \text{ мс} \end{aligned} \quad (6)$$

де $\varphi_3 = 9 \text{ біт}$ даних у одному кадрі; $\gamma_2 = 11 \text{ байт}$ інформації у одному пакеті.

Виконані розрахунки дозволяють створити інформаційну модель у середовищі GPSS World та дослідити її характеристики, зокрема швидкодію роботи системи, та коефіцієнти використання кожного з пристроїв системи.

Структурна схема інформаційної моделі має вигляд (рис. 2)

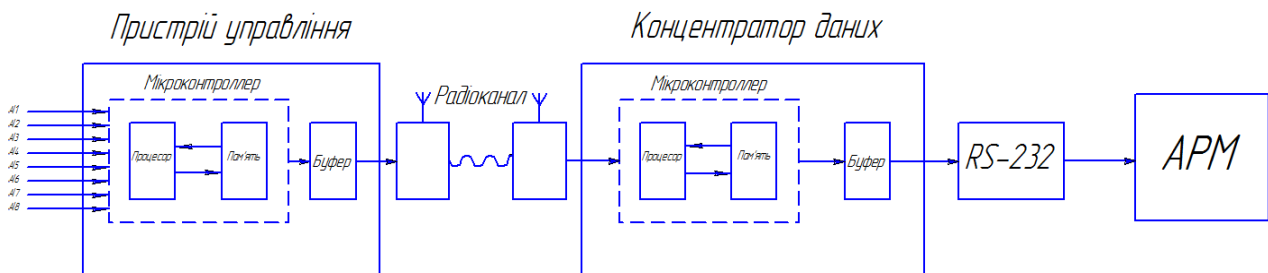


Рис. 2. Структурна схема інформаційної моделі

Як видно зі схеми інформаційної моделі (рис. 2) 5 разів на секунду відбувається опитування датчиків використовуючи вбудований в мікроконтролер АЦП. Цифрові значення сигналів записуються в постійну пам'ять мікроконтролера PIC18F4620, після попередньої обробки пересилаються в буфер пристрою управління, де формується кадр розміром 11 байт для відправки по радіоканалу NoreRF HM-TR433/TTL до концентратора даних. Концентратор після прийому даних записує їх у постійну пам'ять (EEPROM) мікроконтролера. Наступним кроком є обробка інформації мікроконтролером PIC18F4620 в концентраторі даних і подальший її запис у його буфер для формування кадру розміром 11 байт та передачі інформації з датчиків. Після формування кадру, інформація передається по послідовному інтерфейсу RS-232 до АРМ.

Провівши аналіз результатів моделювання визначено такі параметри роботи системи, як швидкодія та коефіцієнт використання кожного пристрою. За 631 мс система встигає опрацювати інформацію з датчиків 25 разів, об'єднати отримані дані та передати 2 кадри до концентратора даних, що обробив отриману інформацію з пристрою управління по радіоканалу, сформував 1 кадр інформації та передав їх через інтерфейс RS-232 до АРМ.

Під час моделювання було визначено, що мінімальний час, що проходить від початку збору інформації з датчиків до її надходження на АРМ рівний 631 мс.

Також за результатами моделювання було отримано значення коефіцієнтів використання кожного з пристроїв системи, тобто дольова частка модельного часу під час якої відповідний пристрій працював.

Результати розрахунку у вигляді стовпчикової діаграми варіювання значень коефіцієнтів використання кожного з пристроїв системи, тобто дольової частки модельного часу під час якої відповідний пристрій був зайнятий наочно представлені на рис. 3.

З отриманих результатів видно, що сума коефіцієнтів використання кожного з пристроїв системи не дорівнює 1, оскільки мікроконтролер PIC18F4620 пристрою управління 8ADC-8-DO RF-Device, та мікроконтролер PIC18F4620 концентратора даних працюють в паралельному режимі.

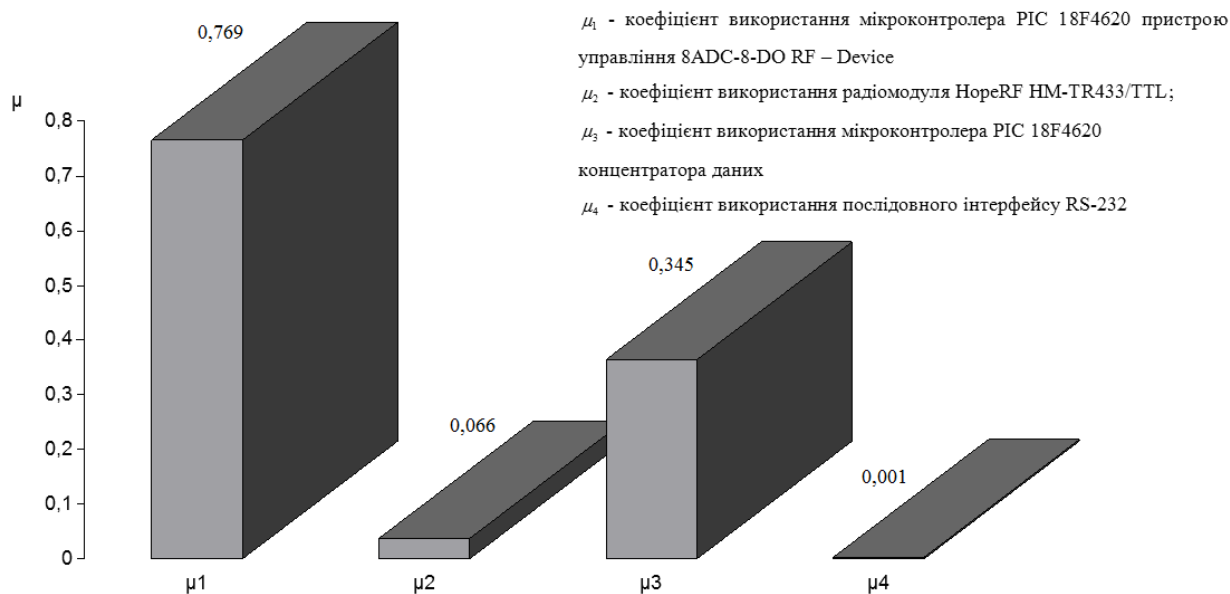


Рис. 3. Значення коефіцієнтів використання елементів системи

Наступним кроком створено схемотехнічну модель, що підтвердила достовірність отриманих результатів після імітаційного моделювання у середовищі LabCenter Proteus, а саме порядок формування кадрів даних та час їх передачі.

Схемотехнічне моделювання є на сьогодні найбільш ефективним способом дослідження проєктованого пристрою на стадії формування його принципової електричної

схеми. Воно забезпечує виявлення і усунення потенційних проблем та недоліків схемотехніки пристрою на етапах проектування дослідного зразка. Зазвичай це дозволяє обмежитись виготовленням одного-двох дослідних зразків розроблюваного пристрою, що зменшує його кінцеву вартість і час на підготовку до виробництва [8].

Мікропроцесорна система збору та обробки інформації. Пристрій сконструйований на основі двох мікроконтролерів PIC18F4620 виробництва фірми Microchip. Один з яких збирає інформацію з датчиків і передає керуючі команди по радіоканалу, а інший, при необхідності, передає зібрані дані на диспетчерський пункт по послідовному інтерфейсу, причому з кожного можна зчитати дані завдяки послідовному комунікаційному порту (модуль USART) в обох мікроконтролерах. Обмін даними між контролерами відбувається по паралельному інтерфейсу використовуючи 8-бітний інформаційний порт, а також додаткові біти для розділення даних. Крім збору даних, концентратор розсилає команди на включення/виключення виконавчих механізмів в залежності від прийнятих даних з послідовного інтерфейсу та реалізовує керування за допомогою кнопок управління, і відображає поточний стан системи на рідкокристалічному індикаторі. В реалізованому пристрої мікроконтролер 1 (для взаємодії з APM) має сім ліній вводу/виводу для роботи з LCD, дві лінії для підключення до модуля USART, десять вводів/виводів для обміну даними з мікроконтролером 2, п'ять контактів для підключення кнопок керування, два контакти використовується для живлення. Таким чином, сумарна кількість контактів мікроконтролера 1 рівна 36. А мікроконтролер 2 (для роботи з радіомодулем) має дві лінії для підключення радіомодуля та десять вводів/виводів для обміну даними з мікроконтролером 1, а також два контакти для подачі живлення. Сумарна кількість контактів для мікроконтролера 2 рівна 14.

Для розробки схемотехнічної моделі були використані основні елементи які дозволяють перевірити достовірність отриманих даних під час моделювання на основі інформаційної моделі. Схемотехнічна модель представлена на рис. 4

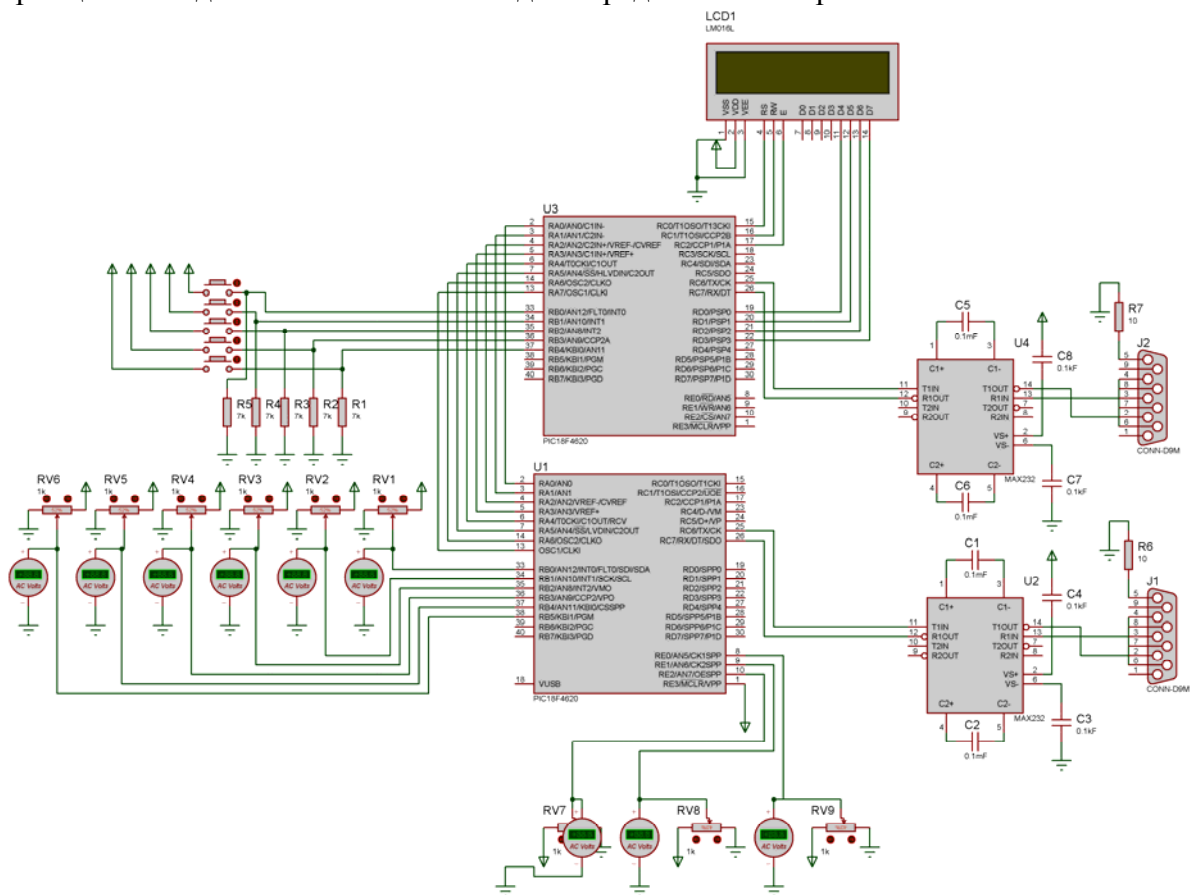


Рис. 4. Загальна схема мікропроцесорної системи збору та обробки даних

Емуляція аналогових давачів здійснюється за допомогою елементів: змінний резистор і джерела живлення. Аналоговий сигнал поступає на відповідні входи мікроконтролера 1, обробка здійснюється за допомогою мікропрограми у внутрішній пам'яті МК.

Модель складається з двох мікроконтролерів PIC18F4620, восьми аналогових входів, двох схем MAX232, п'яти кнопок, дисплея, а також двох послідовних інтерфейсів.

Після проведення моделювання нами були отримані дані, що підтверджують результати моделювання по інформаційній моделі й відповідність розробленої принципової схеми згідно із поставленою задачею.

Отже, з метою визначення швидкодії та завантаженості кожного зі структурних елементів системи у середовищі GPSS-World розроблено інформаційну модель системи моніторингу, дистанційного управління віддаленими об'єктами та проведено імітаційне моделювання її роботи. Отримано значення коефіцієнтів використання кожного з пристроїв системи, тобто дольова частка модельного часу під час якої відповідний пристрій працював. Наступним кроком створено схемотехнічну модель, що підтвердила достовірність отриманих результатів після імітаційного моделювання у середовищі LabCenter Proteus, а саме порядок формування кадрів даних та час їх передачі.

1. Баховець Б. О. Дистанційний контроль гідромеліоративних об'єктів із використанням GSM-мереж / Б. О. Баховець, М. І Клепач, В. С. Мельник // Зб. наук. пр. Вісник НУВГП. – 2006. – Рівне : – Вип. № 3(35). – С. 254-259.
2. Кветний Р. Н. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень / Р. Н. Кветний, І. В. Богач, О. Р. Бойко та ін. – Вінниц. нац. техн. ун-т. Ч.1, 2013. – 234 с.
3. Кутя В. М. Віддалений моніторинг і управління технологічними процесами та об'єктами на базі ANDROID-пристроїв / В. М. Кутя // Тези доповідей III Міжнародної науково-практичної конференції "Стратегічні рішення інформаційного розвитку економіки, суспільства та бізнесу", м. Рівне, 12-14 лютого 2014 р. – Рівне : НУВГП, 2014. – С. 70-71.
4. Мельник В. С. Автоматизований моніторинг і контроль ведення планових ремонтно-профілактичних робіт на об'єктах газового господарства міста / В. С. Мельник, О. І. Пастух // Зб. наук. пр. Вісник НУВГП. – 2008. – Рівне : – Вип. № 2(42). – С.157-164.
5. Пастушенко В. Й. Технічні засоби дистанційного моніторингу на керованих модулях осушувально-зволожувальних систем / В. Й. Пастушенко, С. К. Матус, С. В. Шатний // Вісник інженерної академії України. – 2012. – Київ : – Вип. № 1. – С.87-91.
6. Пастушенко В. Й. Використання безпроводних технологій в системах вологозабезпечення сільськогосподарських культур / В. Й. Пастушенко, С. К. Матус // Зб. тез Міжнародної науково-практичної конференції "Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси (ПРТК - 2012)", 15-16 травня, Україна – К. : НАУ, 2012. – С. 281-282.
7. Ракович Г. М. Застосування засобу імітаційного моделювання grps world для рішення задач планування та обробки експерименту / Г. М. Ракович // Сучасні проблеми моделювання. – 2014. – Вип.2. – С. 108-118. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/cpm_2014_2_19.pdf.
8. Хайнеман Р. PSPICE. Моделирование работы электронных схем / Р. Хайнеман : Пер. с нем. – М.: ДМК Пресс. – 2005. –336 с: ил.