

## МОДЕЛЬ ПРОГРАМНО-АПАРАТНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ СТАНУ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Артюх О.А., Манько О.П.

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

У роботі проведений аналіз сучасних методів визначення параметрів організму. Проаналізовані основні датчики і пристрої для сканування параметрів організму. Описані та проаналізовані особливості системи контролю параметрів біологічних об'єктів. Описана структура системи та її складових частин. Результатом проведеної роботи є розроблена модель системи контролю параметрів біологічних об'єктів.

**Ключові слова:** параметри біологічних об'єктів, програмно-апаратна система, контроль біологічних об'єктів, пристрій передачі даних, система обробки даних, моніторинг, сканування, аналіз.

**Постановка проблеми.** Проведення комплексної оцінки фізичного стану біологічних об'єктів (людини, тварини, рослини) на сучасному етапі розвитку біології та медицини, з огляду на перспективи розвитку, зумовлює нагальну потребу у вивченні комплексу критеріїв, які мають не тільки суто прикладне значення, але й мають важливе соціальне, гігієнічне, психологічне та екологічне значення. В медицині, біології, біохімії, генетиці, сільському господарстві та інших галузях науки та народного господарства на основі різноманітних ефектів і явищ можуть бути створені інтелектуальні прилади і засоби для експрес-діагностики стану біологічних об'єктів, які орієнтовані на широке і повсякденне використання [5, с. 1].

Далі представлена розроблена модель програмно-апаратної системи контролю стану біологічних об'єктів. Розглянуті основні методи визначення параметрів організму, вибрані основні типи датчиків та пристроїв сканування параметрів.

Іншим перспективним напрямком на основі даної системи є створення пристроїв з низьким споживанням енергії для комплексного сканування параметрів з можливістю бездротового зв'язку. Подібні пристрої можуть бути застосовані в розробленій системі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Перед початком розробки був проведений аналіз існуючої концепції віддаленого спостереження за об'єктом на основі натільних комп'ютерна мережа (BAN) [1, с. 41-48]. На сьогодні дана концепція використовується в основі низки протоколів передачі даних на малі відстані, наприклад:

- бездротова персональна комп'ютерна мережа WPAN [2, с. 675-686];
- бездротова натільна комп'ютерна мережа WBAN [3, с. 1065-1094].

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Натільна комп'ютерна мережа сфокусована лише на ефективній передачі даних на малих відстанях. Проблеми збору, обробки та збереження даних залишаються відкритими. Тож далі пропонується модель системи, яка розв'язує проблеми збору, обробки та збереження даних.

**Мета роботи.** Метою даного дослідження є створення моделі програмно-апаратної системи контролю біологічних об'єктів. Об'єктом дослідження є програмно-апаратний комплекс для контролю стану біологічних об'єктів. Стаття присвячена питанням отримання, передачі та збереження даних.

**Виклад основного матеріалу.** В якості параметрів біологічних об'єктів розглянуті 3 основні параметри людини, а саме пульс, артеріальний тиск та температура. Ці параметри присутні у всіх представників класу ссавців.

Загальні вимоги до методів контролю параметрів біологічних об'єктів:

- неінвазивність методу;
- можливість використання цифрової техніки;
- забезпечення необхідної точності вимірювань;
- стійкість до випадкових обставин.

Неінвазивність методу забезпечує цілісність досліджуваного об'єкту. Нехтуючи комфортом при пересуванні зникає ризик нашкодити організму при попаданні інфекції чи відторгненні імплантату.

Цифрова техніка, зокрема датчики, необхідна для перетворення параметрів у зручну форму для передачі даних по мережі. Без використання технічних засобів неможлива передача, обробка та збереження даних.

Точність вимірювання залежить від мети спостереження. Наприклад, якщо спостерігач цікавить лише чи живий об'єкт, спостереження та точність може бути мінімальною. Якщо ж спостерігач цікавить аналіз показників зібраних на протязі деякого часу, то точність вимірювань повинна бути високою.

Стійкість до випадкових обставин означає, що метод повинен контролювати необхідний параметр незалежно від обставин які відбуваються з об'єктом спостереження. Наприклад при вимірюванні фоновардіоскопічним методом точність вимірювання залежить від рівня тиші під час вимірювання.

Після аналізу методів спостереження за пульсом виділені наступні, що задовольняють вимоги:

- сфінгографія;
- електрокардіографія;
- фото плетизмографія.

Необхідно зазначити, що деякі з сфінгографів є досить перспективними приладами для вимірювання пульсу та артеріального тиску, а деякі варіації не задовольняють вимоги до методів контролю параметрів.

Електрокардіограф досить потужний пристрій для вимірювання не тільки пульсу, а ще й інших показників серця. Даний пристрій забезпечує високу точність, але являється громіздким та некомфортним для носіння.

Тож для вимірювання пульсу був обраний оптоплетизмограф. Даний пристрій простий

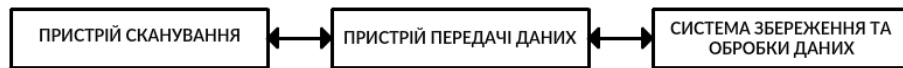


Рис. 1. Структурна схема системи

у використанні, достатньо надійний та забезпечує необхідну точність. На сьогоднішній день існують безліч пристроїв які працюють на основі оптоплетизмографії.

Для спостереження за артеріальним тиском висунутим вимогам відповідає осцилометричний метод [4, с. 652].

Для вимірювання температури можуть бути використані наступні датчики:

- датчик вимірювання температури на основі інфрачервоного випромінювання;
- датчик вимірювання температури на основі зміни опору провідника під впливом температури.

Кожен з датчиків має свої переваги та недоліки. Коли необхідно визначити більш точну температуру тіла необхідно використовувати датчики на основі терморезистивного елемента. В інших випадках достатньо датчика інфрачервоного випромінювання.

Моделі системи для віддаленого спостереження за біологічними повинна вирішувати наступні проблеми:

- проблеми сканування даних;
- проблема прийому – передачі даних;
- проблема зберігання та обробки даних;
- проблема відмово-стійкості;
- проблема розширюваності.

Проблемам сканування даних присвячений розглянуті вище. Розглянуті пристрої для спостереження за деякими параметрами організму. Після отримання необхідних даних виникає потреба у їх передачі.

Проблема прийому – передачі полягає в тому, що необхідно передавати дані по перше – без втрат та спотворень, по друге – у режимі близькому до реального часу. Також не виключені ситуації коли дані неможливо передати через проблеми зі зв'язком. У такому випадку необхідно накопичувати дані для передачі доки вони не будуть передані. Коли дані успішно передані вони повинні бути збережені.

Проблема зберігання та обробки полягає у тому, що дані можуть надходити з високою інтенсивністю та загалом їх дуже багато. Не всі бази даних спроможні впоратись з такою кількістю даних та швидкістю їх надходження. Окрім цих проблем також необхідно врахувати можливість тимчасової чи повної відмови сховища.

Проблема відмово-стійкості полягає у забезпеченні гарантії доступу до даних навіть у разі відмови одної чи декількох частин системи. Сюди відносяться як лінії зв'язку так і пристрої сканування та збереження даних.

Проблема розширюваності полягає у наявності можливості відносно легко додавати нові пристрої сканування, додаткові сховища даних.

Система складається з трьох частин:

- пристрій сканування параметрів;
- пристрій для тимчасового збереження та передачі даних;
- система постійного збереження та обробки даних.

Структурна схема системи представлена на рисунку 1.

Пристрій сканування параметрів об'єкту повинен бути здатним сканувати один або декілька параметрів організму та передавати значення на невеликі відстані за допомогою бездротового зв'язку.

Пристрій для тимчасового збереження та передачі даних повинен знаходитись поблизу пристроїв сканування та приймати зібрані дані. Основою функцією даного пристрою являється передача даних на великі відстані. Також у випадку відсутності зв'язку пристрій повинен накопичувати непередані дані.

Система для збереження та обробки даних повинна приймати дані від пристроїв тимчасового збереження та передачі даних. Прийняті дані повинні бути збережені та оброблені в залежності від потреби користувача.

Основною функцією пристрою сканування є отримання контрольованих параметрів об'єкту спостереження. Та це не єдина його функція. Структурна схема пристрою зображена на рисунку 2. Основні функції пристрою сканування параметрів:

- сканування параметрів;
- тимчасове збереження зібраних даних;
- передача зібраних даних на пристрій передачі.

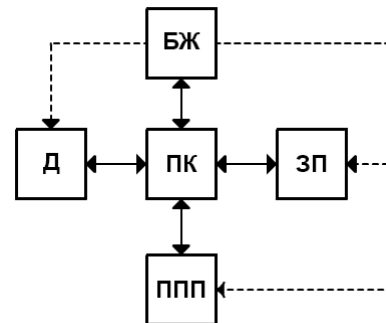


Рис. 2. Структурна схема пристрою сканування

Пристрій сканування складаються з наступних частин:

- модуль датчика (Д);
- пристрій керування (ПК);
- пристрій прийому – передачі (ППП);
- запам'ятовуючий пристрій (ЗП);
- блок живлення (БЖ).

Один пристрій для сканування може скануватися не лише один параметр. Наприклад пульс, температуру можна визначати в одному місці. Таким чином пристрій для сканування може містити кілька датчиків.

Тимчасове збереження необхідне для збереження зібраних показників у випадку відмови або блокування вузлів передачі даних. У цьому випадку необхідно зберігати непередані дані доки не з'явиться можливість їх передати. Таким чином гарантується, що зібрані дані не будуть втрачені у випадку відмови вузлів передачі даних.

Необхідна також можливість передачі на невеликі відстані на пристрій обробки та тимчасового збереження зібраних показників.

Після того як ми знаємо основні функції пристрою, можемо створити його структурну схему. Таким чином у контексті системи в цілому це буде підсистемою.

Датчики можуть бути самими різноманітними залежно від контрольованих параметрів. Вони повинні задовольняти встановленим вимогам щодо точності. Кількість їх також не фіксована. Якщо необхідні параметри можливо визначити в одному місці тіла то всі необхідні датчики можна розмістити в одному пристрої для сканування.

В ролі пристрою керування може бути використаний будьякий мікроконтролер чи процесор. Даний пристрій повинен приймати дані з датчиків, записувати їх у запам'ятовуючий пристрій, перетворювати дані у зручну для передачі форму, передавати за допомогою приймально-передавального пристрою і обробляти команди що поступають з пристрою тимчасового збереження та передачі даних.

Приймально-передавальний пристрій необхідний для комунікації з пристроєм тимчасової обробки та передачі даних. У ролі даного пристрою може виступати bluetooth чи wi-fi модуль.

Запам'ятовуючий пристрій необхідний лише для збереження зібраних даних датчиками. Блок живлення, в свою чергу, призначений для живлення модулів цього пристрою.

При побудові моделі системи використаємо фітнес-трекер Xiaomi Mi Band 1S Pulse оснащений пульсометром що працює на основі методу оптоплетизмографії та крокоміром. Цей пристрій взаємодіє зі смартфоном за допомогою bluetooth 4.0.

Структурна схема пристрою тимчасового збереження та передачі даних зображена на рисунку 3. Основною функцією даного пристрою є передача зібраних даних на великі відстані до системи збереження та обробки даних. Це проміжний пристрій між об'єктом спостереження та пристроєм, за допомогою якого спостерігач переглядає та обробляє отримані дані. Пристрій тимчасового збереження та передачі даних виконує наступні функції:

- збір даних з пристроїв сканування параметрів;
- тимчасове збереження даних;
- первинна обробка даних;
- передача даних до системи збереження та обробки даних.

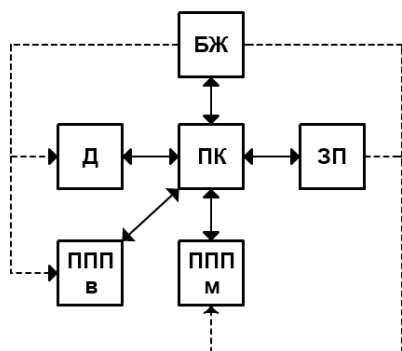


Рис. 3. Структурна схема пристрою тимчасового збереження та передачі даних

Пристрій тимчасового збереження та передачі даних є більш складним пристроєм ніж скануючий. Структурна схема цього пристрою може бути розширена при необхідності. Та даний пристрій повинен обов'язково містити наступні частини:

- пристрій прийому-передачі на малі відстані (ПППм);
- пристрій прийому-передачі на великі відстані (ПППв);
- пристрій керування (ПК);
- запам'ятовуючий пристрій (ЗП);
- блок живлення (БЖ).

Пристрій прийому-передачі на малі відстані та пристрій прийому-передачі на великі відстані, за функціоналом, схожі з уже розглянутим у структурі скануючого пристрою. Більш того пристрої прийому-передачі на малі відстані можуть повністю співпадати у обох пристроях. Відрізнятися буде лише пристрій для передачі на великі відстані. У ролі пристрою передачі на дальній дистанції може виступати gsm-модуль.

Пристрій керування повинен справлятися з задачами обробки потоку даних, що надходить, та з керуванням пристроями передачі. А у деяких випадках ще й з додатковими функціями в залежності від реалізації системи.

Блок живлення повинен забезпечувати всі пристрої системи необхідною кількістю енергії.

Загалом пристрій тимчасової обробки та передачі може бути і складнішим, залежно від поставлених до системи вимог. В моделі, яка розробляється, у ролі даного пристрою буде використаний смартфон на базі операційної системи Android.

Система збереження та обробки даних є найскладнішою підсистемою системи загалом. Вона повинна обробляти велику кількість даних що надходять та надавати доступ до зібраних даних. Дані повинні бути захищені від несанкціонованого доступу, резервуватися на випадок відмови сховищ. Система збереження та обробки даних виконує наступні функції:

- Збереження даних.
- Резервування даних.
- Обробка даних.
- Захист даних.

На основі описаних вище функцій системи можна створити структурну схему, яка представлена на рисунку 4.

Сервер балансування навантажень необхідний для рівномірного розподілу запитів між елементами кластеру. Таким чином можна уникнути перевантажень кожного серверу, тим самим підвищити рівень відмовостійкості системи. Окрім як зменшення навантажень, балансування дозволяє продовжити функціонування системи навіть якщо один або декілька вузлів відмовили.

Група серверів баз даних необхідна для реалізації розподіленої системи зберігання даних та резервування. Два сервери з базами даних є мінімальною кількістю для забезпечення резервного копіювання. Дані заносяться до одного з серверів. Далі відбувається реплікація даних. Тобто дані розносяться по іншим сховищам. При редагуванні даних основної репліки відбувається синхронізація стану головної репліки зі станами інших. У випадку відмови головної репліки вибирається репліка на роль головної з тих, що залишилася.

Група серверів для обробки даних необхідна для того щоб, у випадку відмови одно з вузлів системи, запити користувачів на видачу необхідної їм інформації оброблялись і надалі.

Різниця між серверами баз даних та серверами для обробки даних полягає їх функціях. Сервери баз даних виконують функції збереження, зміни, видалення та захисту даних. А сервери обробки даних виконують операції над необхідними даними перетворюючи їх у інформацію необхідну користувачу.

У якості пристрою сканування в контексті даної роботи був обраний фітнес трекер XiaomiMiBand 1S Pulse. Основною причиною вибору саме даного пристрою полягає у його відносно низької ціни та достатньої підтримки розробників які працюють з даним браслетом, а також він задовольняє висунуті умови до пристрою сканування.

У ролі пристрою тимчасового збереження та передачі даних може бути смартфон на базі операційної системи Android 5.0. Пристрій оснащений усіма необхідними приладами.

У ролі системи обробки та збереження даних може виступати комплекс серверних додатків, баз даних та веб-сервісів що надаються компанією OpenShift та Amazon. Веб сервіси були обрані через наявності в них можливості тимчасової або постійної використання деяких сервісів безкоштовно.

**Висновки і пропозиції.** В ході роботи обґрунтовані загальні вимоги до методів контролю параметрів біологічних об'єктів:

- неінвазивність методу;
- можливість використання цифрової техніки;
- забезпечення необхідної точності вимірювань;
- стійкість до випадкових обставин.

Під час розробки моделі програмно-апаратної системи контролю стану біологічних об'єктів були розглянуті наступні питання:

- вибір методів визначення параметрів біологічних об'єкту;
- вибір датчиків та пристроїв для сканування параметрів;

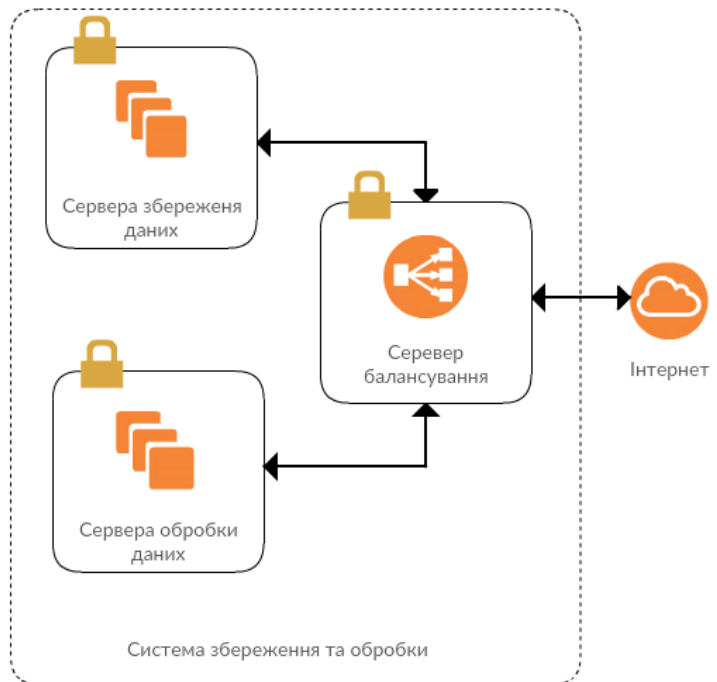


Рис. 4. Структурна схема системи збереження та обробки даних

- розробка структур моделі системи;
- розробка програмного забезпечення складових системи;

Увага зосереджувалася на точності вимірювання, компактності пристрою та факторам, що заважають проводити вимірювання.

Розроблена система може бути застосована в сфері сімейної охорони здоров'я, для нагляду за людьми похилого віку, моніторингу людей що ризикують зіткнутись з небезпечними умовами для життя та здоров'я наприклад, герпетологи, туристи в екзотичних країнах, підрозділи спеціального призначення, та інші. Запропонований підхід і принципи можуть бути використані і при проведенні досліджень в сфері біології та екології.

## Список літератури:

1. Park S., Jayaraman S. Enhancing the Quality of Life Through Wearable Technology. IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine. – 2003. – 41-48 с.
2. Khaled A. Ali, Hussein T. Mouftah. Wireless personal area networks architecture and protocols for multimedia applications. Elsevier – 2011. – 675-686 с.
3. Sana Ullah, Henry Higgins, Bart Braem, Benoit Latre, Chris Blondia, In-grid Moerman, Shahnaz Saleem, Ziaur Rahman, Kyung Sup Kwak. A Comprehensive Survey of Wireless Body Area Networks. Journal of Medical Systems. – 2012. – 1065-1094 с.
4. Джон Г. Вебстер, Джон В. Кларк, Майкл Р. Ньюман, Валтер Х. Олсон. Медичні пристрої. Розробка та застосування. – 2004. – 652 с.
5. Дослідження всесвітньої організації охорони здоров'я. Мобільна охорона здоров'я. Нові горизонти охорони здоров'я через технології мобільного зв'язку // Серія "Глобальна обсерваторія по електронній охороні здоров'я". Том 3. Європейське бюро ВОЗ. – 2013. – 1 с.



**Артюх А.А., Манько А.П.**

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

## **МОДЕЛЬ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

### **Аннотация**

В работе проведен анализ современных методов определения параметров организма. Проанализированы основные датчики и устройства для сканирования параметров организма. Описаны и проанализированы особенности системы контроля параметров биологических объектов. Описана структура системы и ее составляющих частей. Результатом проведенной работы является созданная модель системы контроля параметров биологических объектов.

**Ключевые слова:** параметры биологических объектов, программно-аппаратная система, контроль биологических объектов, устройство передачи данных, система обработки данных, мониторинг, сканирование, анализ.

**Artiukh O.A., Manko O.P.**

V.N. Karazin Kharkiv National University

## **MODEL OF SOFTWARE-HARDWARE SYSTEM FOR CONTROL OF THE STATE OF BIOLOGICAL OBJECTS**

### **Summary**

In this paper, an analysis of modern methods of organism parameters' determination. Analyzes the basic sensors and devices for organism parameters' scanning. Described and analyzed control system's specificity of biological objects' parameters. Described the structure of the system and its component parts. The result is the developed model of biological objects parameters' control system.

**Keywords:** biological objects parameters, software-hardware system, biological objects' control, data transfer device, data processing system, monitoring, scanning, analysis.