

**Повышение точности измерений температурных параметров контролируемой пробы пищевого красителя за счёт реализации многопараметрового метода измерительного контроля / Себко В.В., Литвинова Ю.Л., Ляшенко К. И. // // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2013. - № 4 (978). – С. 43-50. – Бібліогр.: 11 назв.**

Досліджено безконтактний двохпараметровий вихорострумний метод стосовно до контролю електричних та температурних параметрів проби харчового барвника. Отримано чисельні значення параметрів, що контролюються. Л.: 3, Бібліогр.: 11

**Ключевые слова:** Качество, совместный контроль, тепловой преобразователь, точность измерений, температура, удельная электропроводность, погрешности измерений, метод, сигнал, достоверность контроля.

The contactless two-parameter eddy-current method with reference to control of electric and temperature parameters of test of food dye is investigated. Numerical values of controllable parameters are received.

**Key words:** Quality, consistent control, converter heat, accuracy of measurement, temperature, specific conductance, measurement error, method, signals, reliability of control.

## УДК 536.521.2

**Є. М. КІСЕЛЬОВ**, канд. техн. наук, доц., ЗДІА, Запоріжжя

### **ПОБУДОВА СИСТЕМИ ВІДДАЛЕНОГО МОНІТОРИНГУ ПЕРЕДІНФАРКТНИХ СТАНІВ**

У цій статті розглядаються особливості побудови системи віддаленого моніторингу передінфарктних станів на базі мобільних телефонів. Досліджено методи визначення і виділення критеріїв розпізнавання передінфарктних станів на ЕКГ.

**Ключові слова:** передінфарктні стани, фільтрація, електрокардіограма, моделювання, моніторинг, спектр.

#### **Вступ**

Медичні установи в світі витрачають на мобільні технології більше, ніж в середньому на інші галузі: більше 10% ІТ - бюджету інвестується в мобільні технології в 70% досліджених медичних установ. Медичним установам світу сьогодні значно бракує середнього і молодшого медичного персоналу, з чим пов'язано до 25% всіх лікарських помилок. Досягнення науки збільшують середню тривалість життя, внаслідок чого зростає доля старіючого населення, що вимагає постійної уваги з боку працівників охорони здоров'я. Мобільні технології допомагають надати якісне обслуговування більшості пацієнтам. Зважаючи на те, що в сучасному світі, згідно даних медичної статистики, смертність внаслідок інфаркту займає одне з перших місць серед медичних патологій, актуальним додатком до мобільних технологій є створення системи ранньої діагностики передінфарктних станів.

#### **Аналіз літературних даних і постановка проблеми**

Як показано у [1], електрокардіосигнал (ЕКС) змінюється залежно від часу, що минув від початку розвитку інфаркту міокарда. Однак, під час початкового періоду інфаркту ЕКГ реєструється досить рідко і лікар, зазвичай, має справу з пізнішими електрокардіографічними ознаками гострої стадії інфаркту міокарда. Аналіз різновидів інфаркту міокарда і відповідних патологічних змін ЕКГ свідчить про необхідність принципового вирішення завдання з діагностики передінфарктних станів. Узагальнені характеристики зміни ЕКГ при інфаркті міокарда, залежно від

локалізації ураження, представлені в [1]. При моніторингу ЕКГ рекомендується використовувати 3 відведення, локалізація яких на тілі пацієнта визначатиметься лікарем, що лікує пацієнта, при установці або підключенні системи на основі вже наявних клінічних і доклінічних ознак. Т.ч., передбачається забезпечити великий ступінь універсальності системи, що розробляється, спростити її конструктивно-технічну реалізацію і понизити ступінь гіпердіагностики або помилок, що до визначення ознак.

### Мета роботи

Метою роботи є дослідження патологічних сигналів ЕКГ для визначення критеріїв передінфарктних станів і методів їх виділення з ЕКС, а також розробка системи фільтрації сигналів ЕКГ та синтез електронних пристроїв.

### Основний матеріал

За відсутності достатньої кількості експериментальних досліджень ЕКГ, основним методом виявлення ознак є математичне моделювання патологічних спектрів сигналів. Т.ч., одним із запропонованих методів є шматочно - лінійна апроксимація. У цьому випадку кожен сегмент або зубець ЕКГ описується певною кількістю крапок із заданими координатами. Такий підхід зручний для генерації ЕКС, що імітує різні відхилення або захворювання, для подальших досліджень без отримання додаткових даних реальних пацієнтів. На цій основі було синтезовано сигнал типової ЕКГ тривалістю 2 с, з використанням шматочно - лінійної апроксимації та ЕКС при інфарктах різної локалізації. Дослідження синтезованих сигналів ЕКГ проводились у середовищі Electronics Workbench. При цьому

використовувалися шматочно - лінійне джерело для зчитування інформації з файлу даних і віртуальний осцилограф для відображення сигналу. Отримана осцилограма нормального сигналу ЕКГ наведена на рис. 1.

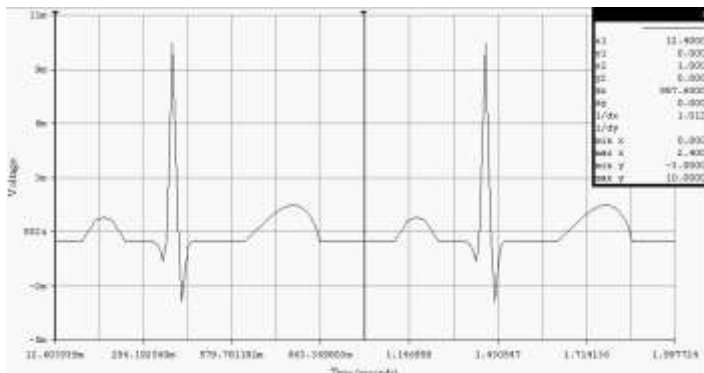


Рис. 1 - Два серцевих цикли нормальної ЕКГ

Аналіз отриманих сигналів виконувався за допомогою їх Фур'є - перетворення за гармонічними складовими. Використовуючи метод ідентифікації, можливо здійснити кодування кожного інфаркту за наступним принципом: «0» - рівень сигналу певної гармоніки будь-якого інфаркту менший рівня сигналу аналогічної гармоніки типової ЕКГ, «1» - рівень сигналу певної гармоніки будь-якого інфаркту вище рівня сигналу аналогічної гармоніки типової ЕКГ. Т.ч., результати кодування можуть бути представлені у вигляді, наведеному в табл. 1.

Таблиця 1 - Кодування паталогій згідно Фур'є - перетворення сигналу ЕКГ

Види інфарктів	№ гармоніки								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Передньоперегородчатий та передньобазальний	0	1	1	1	1	1	1	1	0
Передньоверхній та передньобазальний	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Передньобочковий, задньофрагмальний, поширений задній	0	1	1	1	1	1	0	1	0
Поширений передній	0	1	1	0	1	0	1	1	1
Задньобазальний, задньофрагмальний, задньобочковий, поширений задній	1	1	1	0	1	1	1	1	1

На цій основі нами розроблено структуру системи віддаленого моніторингу ЕКГ, яка наведена на рис. 2. Схема складається з 2 частин, мобільної та стаціонарної, котрі зв'язані між собою каналом бездротового зв'язку. Мобільна частина включає в себе систему моніторингу сигналу ЕКГ, що містить програмно-апаратний комплекс з обробки ЕКС та мобільний телефон. У критичних ситуаціях, тобто при інфарктах різної локалізації, система подає сигнал телефону, котрий, в свою чергу, за каналом зв'язку з'єднується з системою оповіщення медичного персоналу, що входить до складу стаціонарної частини.

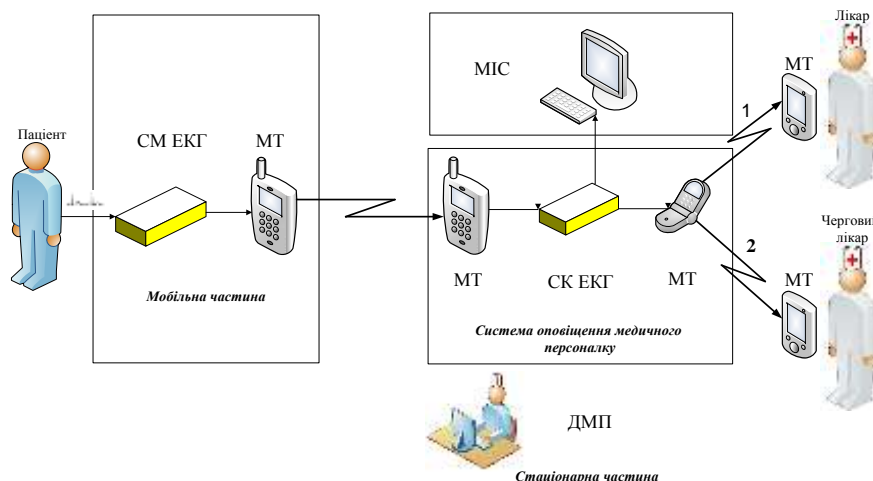


Рис. 2 - Структурна схема системи віддаленого моніторингу ЕКГ: СМ ЕКГ – система моніторингу електрокардіограми; МТ – мобільний телефон; МІС – медична інформаційна система; СК ЕКГ – система контролю електрокардіограми; ДМП – допоміжний медичний персонал

Система оповіщення медичного персоналу складається безпосередньо з мобільного телефону, системи контролю ЕКГ, яку обслуговує працівник з допоміжного медичного персоналу. У свою чергу система контролю ЕКГ формує сигнал медичній інформаційній системі, що виконує пошук медичної карти пацієнта в медичній базі даних, вносить нову інформацію і зберігає її. Під час цього процесу система контролю ЕКГ зв'язується з безпосереднім лікарем пацієнта, у разі неможливості зв'язатися з лікарем пацієнта, система зв'язується з черговим лікарем.

Відповідно до структурної схеми, було розроблено блок-схему системи моніторингу ЕКГ пацієнта (рис. 3), котра знаходиться в мобільній частині. Система складається з блоку аналогової обробки (БАО), блоку цифрової обробки (БЦО), блоку прийняття рішення (БПР) та блоку управління комунікаційним каналом (БУКК).

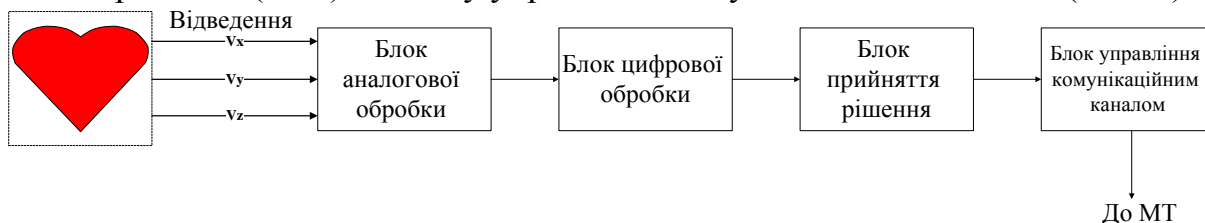


Рис. 3 - Блок-схема системи моніторингу ЕКГ пацієнта

Для дослідження спотворення ЕКГ шкідливими сигналами було проведено його імітаційне моделювання в системі VisSim Comm 6.0 [2]. При цьому використовувалась схема вимірювання спектральної щільності потужності (СЩП) сигналу ЕКГ з різними за рівнем спотвореннями.

Аналіз спектральної щільності потужності ЕКГ сигналів зі спотвореннями різного рівня показує, що зі збільшенням шкідливої складової сигналу характер зміни СЩП типової ЕКГ наближається за виглядом до СЩП ЕКГ інфарктів різної локалізації. Т.ч., з метою підвищення надійності розпізнавання передінфарктних станів, необхідно знизити рівень шкідливих складових сигналів шляхом

використання системи аналогової фільтрації ЕКГ.

Аналіз СЩП ЕКГ сигналів зі спотвореннями різного рівня показує, що зі збільшенням шкідливої складової сигналу характер зміни СЩП типової ЕКГ наближається за виглядом до СЩП ЕКГ інфарктів різної локалізації. Тому, з метою підвищення надійності розпізнавання передінфарктних станів, необхідно знизити рівень шкідливих складових сигналів шляхом використання системи аналогової фільтрації ЕКГ.

Згідно з імітаційним моделюванням СЩП розроблено структурну схему БАО

системи віддаленого моніторингу ЕКГ, яка наведена на рис. 4. Схема складається з електродів, котрі передають сигнал ЕКГ по трьох відведеннях на схему фільтрації сигналу від шкідливих складових, викликаних шумом, тремором м'язів, зовнішніми наведеннями та ін. Наступним етапом є амплітудна обробка сигналу, яка реалізована на схемі обмеження та схемі підсилення, котрі входять до комплексу автоматичного регулювання підсилення (АРП).



Рис. 4. Структурна схема блоку аналогової обробки сигналу

З метою економії кількості аналогово-цифрових перетворень, застосовуваних при обробці сигналів ЕКГ по кожному відведенню, раціонально використовувати комутатор аналогових сигналів з'єднаного через схему вибірки та запам'ятовування з БЦО.

Встановлено, що у якості фільтра аналогового сигналу ЕКГ краще використовувати низькочастотний фільтр другого порядку Баттерворта, оскільки сигнал, відфільтрований ним, найбільш близький по формі та амплітуді до нормального ЕКС.

Аналіз табл. 1 показує, що в якості головного критерію розпізнавання інфаркту міокарда можливо використовувати дані першої гармоніки. При цьому, дані нульової і другої гармоніки застосувати у якості допоміжних в розпізнаванні критичного стану. Т.ч., з метою підвищення надійності розпізнавання передінфарктних станів, необхідно використати систему аналогової фільтрації нульової, першої та другої гармоніки сигналу ЕКГ. В якості фільтрів нульової гармоніки використовуються фільтр другого порядку Баттерворта, а в якості першої та другої гармоніки використовуються смугові фільтри четвертого порядку за характеристикою Баттерворта для забезпечення високого рівня добротності, що, в свою чергу, забезпечить вузьку смугу пропускання.

Аналіз рис. 3 показує, що є можливим варіант реалізації структурної схеми блоків цифрової обробки та прийняття рішення системи віддаленого моніторингу ЕКГ, який приведений на рис. 5. Блок цифрової обробки, реалізований на аналогових фільтрах та підсилювачах відфільтрованого сигналу, з'єднаних послідовно з схемами порівняння – компараторами з опорним сигналом та блоком прийняття рішення на елементарних логічних елементах, має малу споживчу потужність та більшу швидкодію, що є важливим фактором для розробки системи.

Настройка системи екстреного сповіщення про невідкладні стани пацієнта здійснюється шляхом конфігурації SIM-карт мобільних телефонів, підключених до мобільної та стаціонарної частини БУКК. Також для зменшення ваги - габаритних показників системи було розроблено гібридні модулі мобільної та стаціонарної частин, які мають відповідно розміри 108x74 мм і 35x26 мм.

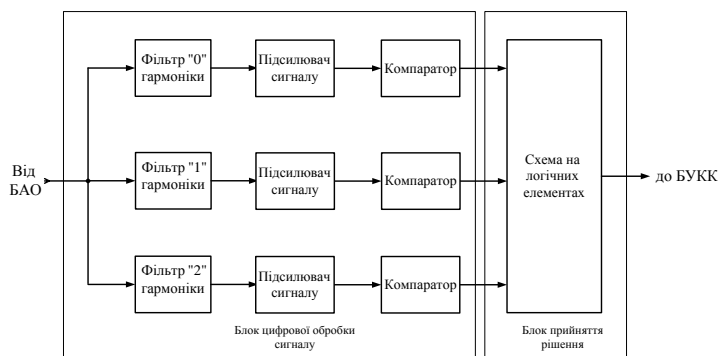


Рис. 5. Структурна схема блоку цифрової обробки та прийняття рішення

### Висновки

Аналіз різновидів інфарктів міокарда і відповідних до них патологічних змін показав, що є можливість реалізації розпізнавання передінфарктних станів на основі методу ідентифікації.

З метою дослідження критеріїв розпізнавання передінфарктних станів було синтезовано патологічні ЕКГ за допомогою шматочно - лінійної апроксимації. Дослідження синтезованих ЕКГ на основі Фур'є - перетворення виявило, що у якості критеріїв розпізнавання можливо використовувати значення амплітуд нульової, першої та другої гармонічних складових.

На основі досліджень спотворень ЕКС запропоновано побудову системи фільтрації за трьома відведеннями, що використовують фільтри Баттерворта другого ступеня.

Встановлено, що для виділення критеріїв розпізнавання передінфарктних станів раціонально використовувати смугові фільтри Баттерворта четвертого ступеня.

Розроблено гібридні модулі стаціонарної і мобільної частини системи передачі, що дозволяє реалізовувати розроблену систему у конструктивно-технологічному варіанті зі зменшеними ваго - габаритними показниками, підвищеною надійністю і сумісністю з сучасними засобами мобільного зв'язку.

**Список літератури:** 1. Мурашко, В. В. Электрокардиография [Текст] : учеб, пособие / В. В. Мурашко, А. В. Струтынский. – М.: МЕДпресс - информ, 2001. – 312 с. 2. Карлацук, В. И. Электронная лаборатория на IBM PC [Текст]. Т. 2. Моделирование элементов телекоммуникационных и цифровых систем / В. И. Карлацук.- 6-е изд., перераб. и дополн. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006. – 638 с.

Надійшла до редколегії 20.01.2013

УДК 536.521.2

**Побудова системи віддаленого моніторингу передінфарктних станів/ Є. М. Кісельов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 4 (978). – С. 50-54. – Бібліогр.: 2 назв.**

В этой статье рассматриваются особенности построения системы удаленного мониторинга прединфарктных состояний на базе мобильных телефонов. Исследованы способы определения и выделения критериев распознавания прединфарктных состояний на ЭКГ.

**Ключевые слова:** прединфарктные состояния, фильтрация, электрокардиограмма, мониторинг, спектр.

The aspects of infarct remote monitoring system construction based on mobile phones are considered. The defining and selection methods of ECG infarct states recognition criteria are investigated.

**Keywords:** previous to infarct states , filtration, electrocardiogram, monitoring, spectrum.