

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗМІНИ ЧАСТОТИ ПУЛЬСУ НА
ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ БЛОКУ ЦИФРОВОЇ
ФІЛЬТРАЦІЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПЕРЕДІНФАРКТНИХ
СТАНІВ**

*Кісельов Є. М., к.т.н., доц.; Верьовкін Л. Л., к.т.н., доц.,
Світанько М. В., к.ф.-м.н., доц.*

Запорізька державна інженерна академія, м. Запоріжжя, Україна

З метою попередження передінфарктних станів раніш було розроблено систему віддаленого моніторингу [1] і пристрій цифрової фільтрації [2], що забезпечує виділення та передачу в цифровому вигляді інформації щодо амплітуд нульової, першої та другої гармонік сигналу ЕКГ. Для розпізнавання інфаркту міокарда в якості головного критерію використовувати дані першої гармоніки, а дані нульової і другої гармоніки застосувати у якості допоміжних в розпізнаванні критичного стану. Такий підхід надає можливість не тільки передбачити критичний стан пацієнта, а й ідентифікувати його, що є важливим аспектом для медицини екстрених станів, тобто для швидкої допомоги. Це має сенс при умові стабільності частоти серцевих скорочень, що зумовлює постійність відповідних частот гармонік сигналів ЕКГ. На практиці частота серцевих скорочень залежить не тільки від фізіологічних особливостей пацієнтів, але й від статі, віку та рухливої активності [3]. Тому актуальними є дослідження впливу зміни частоти пульсу користувача розробленої системи віддаленого моніторингу передінфарктних станів на ефективність виділення основних критеріїв розпізнавання з сигналу ЕКГ.

Виконані дослідження ґрунтуються на імітаційному моделюванні розробленого блоку фільтрації. Схема для моделювання блоку цифрової фільтрації містить джерела, що імітують сигнал ЕКГ на вході фільтра, блоки формування систем із заданими коефіцієнтом передачі та блок відображення вихідних сигналів фільтрів. Результати дослідження наведено на рис. 1. де окремою залежністю представлено АЧХ фільтру і зміни спектрального розподілу сигналу на виході фільтру при різних частотах пульсу пацієнта. Характер цих залежностей свідчить, що при зміні частоти пульсу спостерігається зсув максимумів вихідних сигналів симетрично від центральної частоти фільтру у межах 240 мкВ — 13 мВ.

Зображуючи абсолютні зміни амплітуди сигналів відносно до АЧХ фільтру можливо показати, що зі збільшенням частоти пульсу зростає похибка визначення нульової гармоніки (критерію розпізнавання передінфарктного стану) від 0% до 98%.

Для визначення емпіричного закону розподілу напруги на виході фільтру і зміни частоти максимального її значення було виконано регресій-

ний аналіз отриманих залежностей. Відповідні результати оцінювалися за допомогою множинного коефіцієнту регресії R^2 . Т.ч., встановлено, що залежність зсуву частоти максимального сигналу визначається як поліном шостого ступеня:

$$F_{max} = -13,89F^6 - 148,33F^5 + 1320,7F^4 - 3721,1F^3 + 4974,1F^2 - 246,7F + 836,19 \quad (1)$$

зі стовідсотковою точністю.

Зниження максимального значення напруги сигналу при цьому може бути задано поліномом п'ятого ступеня наступним чином:

$$U_{max} = 1,058F^5 - 6,83F^4 + 17,39F^3 - 21,75F^2 + 13,28F - 3,14 \quad (2)$$

з точністю 0,44%. Коефіцієнти поліному (1) є безрозмірними, а розмірність коефіцієнтів у (2) має порядок В/Гц.

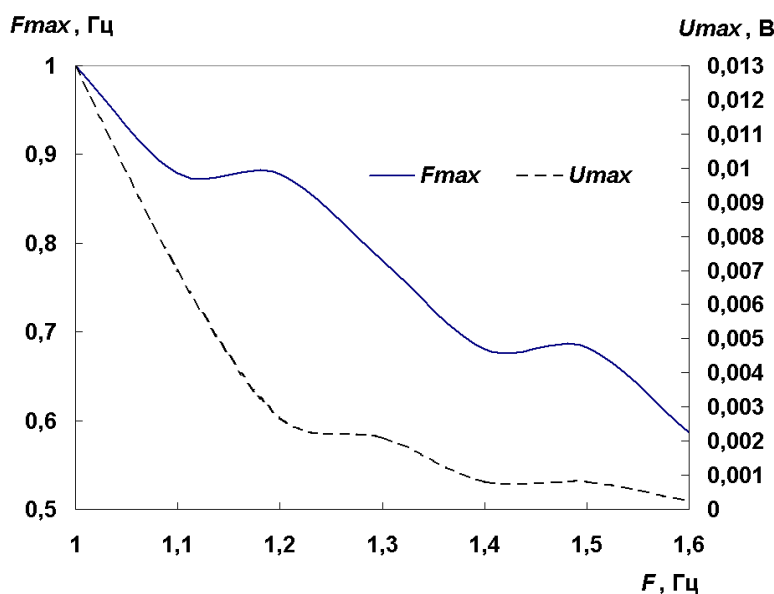


Рисунок 1. Залежність абсолютних змін максимального значення напруги сигналу (U_{max}) і максимальної його частоти (F_{max}) на виході фільтра від зміни частоти пульсу пацієнта

Для покращення виділення інформативних ознак у розроблених фільтрах при зміні частоти пульсу можливо застосування двох підходів: розробка програмного забезпечення, що забезпечує підрахунок частоти імпульсів з подальшим визначенням критеріїв передінфарктних станів; розробка апаратної системи з визначення часових параметрів сигналів. Перший варіант відрізняється додатковим навантаженням на обчислювальну частину системи моніторингу і потребує значної переробки існуючого програмно – апаратного забезпечення. Другий варіант вимагає створення складних систем цифрової обробки, що обумовлюють значний час вимірювань і мають велику вартість. Тому раціональним є розробка блоку вимірювання частоти імпульсів ЕКГ, у якому суміщаються як програмні, так і апаратні методи обробки.

З метою зменшення похибки визначення критеріїв розпізнавання передінфарктних станів розроблено блок визначення частоти пульсу, поєднаний з блоком цифрової фільтрації ЕКГ. У розробленому блоці було використано мікроконтролер (МК) AVR ATmega8. Це обумовлено не тільки функціональними властивостями МК, а також й тим, що цей різновид контролерів було застосовано при реалізації цифрових фільтрів системи моніторингу передінфарктних станів.

З метою зменшення похибки визначення критеріїв розпізнавання передінфарктних станів розроблено блок визначення частоти пульсу, поєднаний з блоком цифрової фільтрації ЕКГ. У розробленому блоці було використано мікроконтролер (МК) AVR ATmega8. Це обумовлено не тільки функціональними властивостями МК, а також й тим, що цей різновид контролерів було застосовано при реалізації цифрових фільтрів системи моніторингу передінфарктних станів.

Вимірювання частоти виконуються методом часових воріт [4], що передбачає підрахунок кількості імпульсів вимірювального і опорного сигналів за заданий проміжок часу. Для цього застосовано вбудований до МК таймер/лічильник і переривання за подією захват. При цьому передбачає розрахунок часових параметрів виконується за декількома періодами вхідного сигналу і без постійного використання переривання за подією захват. Це знижує навантаження МК і дозволяє вимірювати до 0,5 від тактової частоти.

Дослідження блоку вимірювання частоти імпульсів системи моніторингу передінфарктних станів, а також налагодження розробленого програмного забезпечення, виконувалося у середовищі *Proteus*. Проведені дослідження блоку вимірювання частоти підтвердили працездатність розробленої схеми і програмного забезпечення. Також встановлено, що розроблений блок дозволяє визначити частоту імпульсів з точністю 0,1 Гц.

Перелік посилань

1. Одіяка К. В. Дослідження фільтрації сигналу ЕКГ для побудови системи моніторингу передінфарктних станів / К. В. Одіяка, Є. М. Кісельов // *Materialy VIII mezinarodni vedecko-prakticka konference*. — Praha, 2012. — D. XXVIII – S. 17–19.
2. Кісельов Є. М. Дослідження цифрових фільтрів системи віддаленого моніторингу передінфарктних станів / Є. М. Кісельов, О. О. Ярошенко // *Радіотехнічні поля, сигнали, апарати та системи: міжнар. наук.-техн. конф, 11–15 березня 2013 р.: тез. доп.* / НТУУ «КПІ». — К., 2013. — С. 166–167.
3. Мурашко В. В. *Электрокардиография : учебное пособие* / В. В. Мурашко, А. В. Струтынский. — М.: МЕДпресс-информ, 2007. — С. 246–267. — Бібліогр.: с. 14.— ISBN 5-98322-318-6.
4. АЦП микроконтроллера ATmega8 [Електронний ресурс] : (схеми, книги, справочники для телевизоров, book, электрические схемы, схемы для ремонта телевизоров) / — Режим доступу: <https://shemabook.ru/joomla-overview/1325-atmega8.html> — 02.06.2014 р. — Назва з екрану.

Анотація

Показано, що зміна частоти пульсу може збільшити похибку виділення інформативних ознак до 98%. Розроблено блок вимірювання частоти пульсу для цифрових фільтрів системи моніторингу передінфарктних станів.

Ключові слова: частота пульсу, цифровий фільтр.

Аннотация

Показано, что изменение частоты пульса может повысить ошибку выделения информативных признаков до 98%. Разработан блок измерения частоты пульса для цифровых фильтров системы мониторинга предынфарктных состояний.

Ключевые слова: частота пульса, цифровой фильтр.

Abstract

It is shown that the heart rate frequency variation may increase the informative signs detect errors of up to 98%. The heart rate frequency measuring block for digital filters of preinfarction stage monitoring system is developed.

Keywords: heart rate, digital filter.