

## **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ЧАСОВОГО АНАЛІЗУ ПРИ ДІАГНОСТИЦІ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ**

**Березовська Ірина Борисівна**

кандидат технічних наук,  
Львівський інститут медсестринства та лабораторної медицини ім. Крупинського

**Сверстюк Андрій Степанович**

кандидат технічних наук,  
доцент кафедри медичної інформатики,  
Тернопільський державний медичний університет ім. І.Я.Горбачевського

**Климук Наталія Ярославівна**

кандидат технічних наук,  
доцент кафедри медичної інформатики,  
Тернопільський державний медичний університет ім. І.Я.Горбачевського

**Кучвара Олександра Мирославівна**

асистент кафедри медичної інформатики,  
Тернопільський державний медичний університет ім. І.Я.Горбачевського

**Вакуленко Людмила Олексіївна**

кандидат медичних наук,  
доцент кафедри здоров'я людини, фізичної реабілітації та безпеки життєдіяльності,  
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка  
Vakulenko@tdmu.edu.ua

Безперервний контроль роботи серця протягом тривалого часу потрібен багатьом пацієнтам.

Електрокардіографія (скорочено ЕКГ) – це метод графічної реєстрації електричних явищ, які виникають у серцевому м'язі під час його діяльності, з поверхні тіла. Електрокардіограма (ЕКГ) – крива, яка відображає електричну активність серця. Таким чином, ЕКГ – це запис коливань різниці потенціалів, які виникають у серці під час його збудження.

В даний час при деяких захворюваннях серця застосовуються різні вид пристроїв та методів для моніторингу ЕКГ серця.

В кардіологічній практиці знаходить все більше застосування комп'ютерний аналіз електрокардіограм (ЕКГ). Навіть у здорових людей у стані спокою серцевий ритм схильний до значних коливань, які не обов'язково являються передвісником яких-небудь патологій організму. Для більшості аналогових сигналів застосування окремо частотного чи часового методу аналізу породжує похибки та суттєво погіршує точність виявлення локалізації амплітудних складових сигналу з низьким рівнем напруги. Найбільш розповсюдженим методом обробки ЕКГ є кореляційний метод, який дозволяє отримувати часові та амплітудні значення та якісно трактувати патологію за ознаками форми хвилі ЕКГ. При зміні частоти серцевих скорочень (ЧСС) відбуваються неоднакові зміни тривалості окремих фрагментів ЕКГ, що істотно ускладнює морфологічний аналіз реальних ЕКГ у часовій області. Саме тому увагу фахівців спрямовано на пошук альтернативних підходів обробки ЕКГ.

При використанні перших двох підходів сигнал обробляється безпосередньо в часовій області. Фільтрація в частотній області і виконується над спектром сигналу.

На основі відкритої бази даних біосигналів <https://physionet.org>, яка дає можливість студентам познайомитись з структурою біосигналу та підходами для його аналізу. В роботі передбачається знайомство з форматами збереження біосигналів. Запропоновано підхід до побудови кореляційного портрету, а саме часовий аналіз. Використання для навчальних та в майбутньому для науково-дослідницьких цілей на основі існуючих підходів вивчення взаємозв'язків реакцій при різних патологічних станах запропонувати підхід до побудови кореляційного портрету адаптаційних механізмів (патологічного процесу) у відповідь на внутрішній або зовнішній подразник використовуючи готову базу даних PhysioNet, створені для біомедичних досліджень.

На наступному етапі передбачено знайомство з часовим методом аналізу електрокардіограми.

Студентам пропонується завантажити електрокардіограму з бази даних <https://physionet.org> та імпортувати в середовище Microsoft Excel.

Спочатку студенти будують графік електрокардіограми, проводять розрахунок RR-інтервалів, завантаженої кардіограми після чого розраховують показники часового та спектрального аналізу (рис. 1).

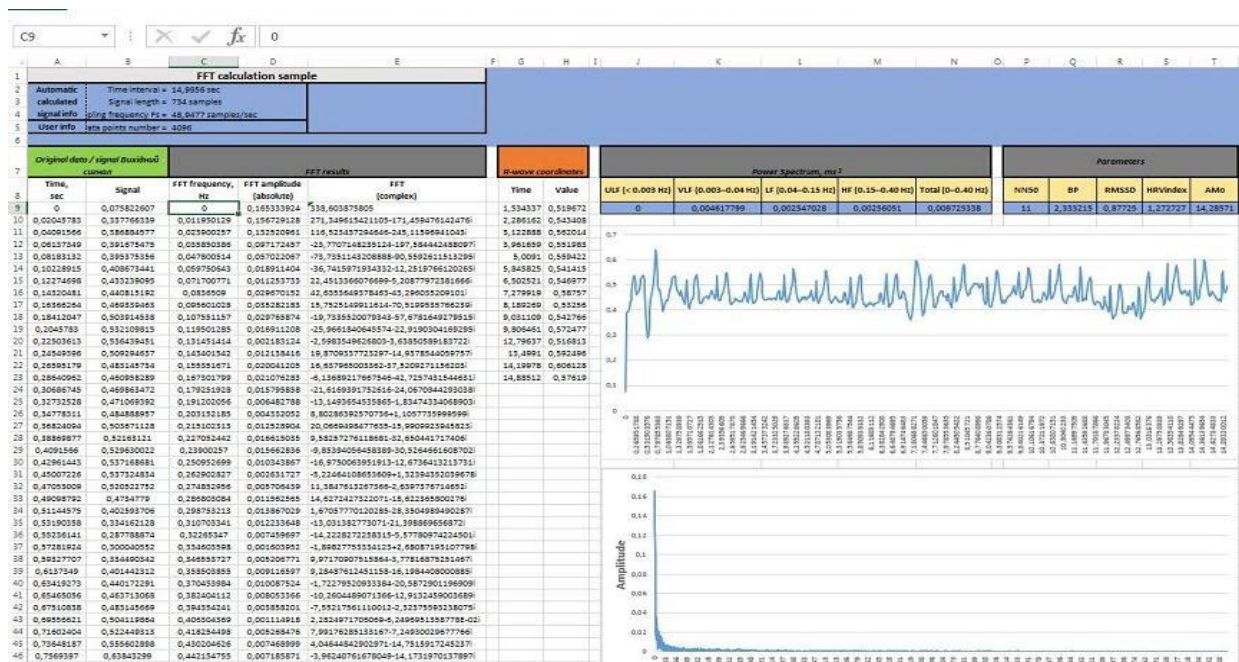


Рис. 1. Видял листа Microsoft Excel після проведених розрахунків

На наступному етапі студентам пропонується порівняти розраховані показники зі значеннями норми.

**Приклад застосування часового методу аналізу артеріальної осцилограми.** Для прикладу використана осцилограма юнака К. 18 років, здоровий. Пацієнту проведено вимірювання артеріального тиску у стані спокою та після 30 присідань за 45 секунд (проба Руф'є). Після навантаження артеріальний тиск реєстрували двічі: зразу після присідань та через 2 хвилини.

В пакеті MatLab 2010 з кривої тиску було виділено артеріальну осцилограму (рис. 2).

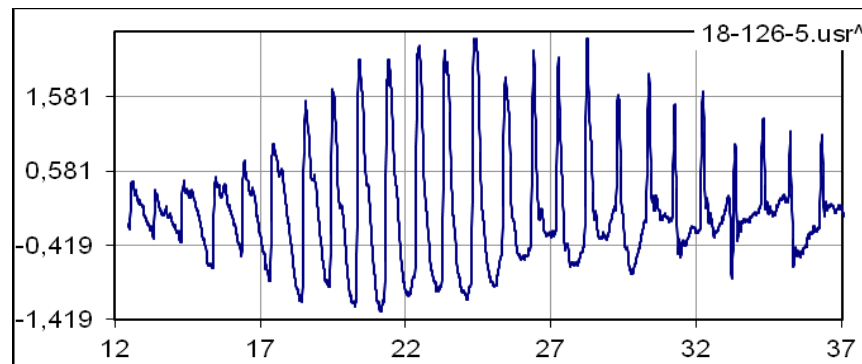


Рис. 2. Артеріальні осцилограми при проведенні проби Руф'є

### Показники часового аналізу та варіаційної пульсометрії осцилограм.

У обстеженого в стані спокою досліджувані показники знаходились в межах середніх для обстежених нами 110 практично здорових осіб, які оцінено як норму.

Зразу після навантаження у обстеженого на максимальних екстремумах зареєстровано зниження показників **SDSD** – від 0,34 мс перед навантаженням до 0,16 мс після нього ( $N - 0,45 + 0,02$  мс), **NN50** – від 13 до 3 % ( $N - 10,6 + 0,02$ ), **Mo** – від 1,05 до 0,5 ( $N - 0,87 + 0,02$  мс).

В той же час, відмічено зростання показників **AMo** – від 23,81 до 72,92 ( $N - 37,1 + 1,1$ ), **IVR** – від 52,91 до 145,83 ( $N - 75,2 + 7,6$ ), **IN** – від 27,78 до 40,01 ( $N - 32,3 + 2,9$ ), **HVR-index** – від 20,0 до 87,27 ( $N - 29,2 + 0,12$ ).

Через 2 хвилини після навантаження зареєстровано зворотну динаміку досліджуваних показників. При цьому, якщо показники **SDSD**, **Mo**, **AMo** наближались до вихідного рівня то **NN50**, **IVR**, **IN** виявились навіть вищими, ніж до навантаження. На мінімальних екстремумах реєструвались аналогічні як показники, так і їх динаміка.

Порівняння зареєстрованих на осцилограмі змін з динамікою показників варіаційної пульсометрії, прийнятої для оцінки електрокардіосигналів дає можливість прийти до наступних висновків. Фізичне навантаження сприяє підвищенню тону симпатичної ланки вегетативної нервової системи та зростанню рівня централізації управління системою кровообігу.

Повернення уже через 2 хвилини отриманих показників до вихідного рівня свідчить про високу адаптаційну здатність організму обстеженого.

Таким чином, запропоновані нами для аналізу осцилограм показники **SDSD**, **NN50**, **Mo**, **AMo**, **IVR**, **IN**, **HVR-index** дають можливість оцінити функціональний стан автономної нервової системи, рівень централізації управління системою кровообігу та гомеостатичні властивості організму.

Отримані результати дають можливість прийти до висновку, що у стані спокою пацієнту притаманне відносно урівноваження тону обох ланок автономної нервової системи. Фізичне навантаження сприяє збільшенню симпато-адреналових впливів та зростанню рівня централізації управління системою кровообігу. Повернення уже через 2 хвилини отриманих показників до вихідного рівня свідчить про високу адаптаційну здатність організму обстеженого.

Таким чином, запропонована інформаційна технологія знайомить майбутніх лікарів з тонкощами часового аналізу. Дозволяє значно розширити можливості процедури вимірювання артеріального тиску за допомогою електронного вимірювача артеріального тиску. Отримана інформація дає можливість оцінити стан гемодинамічних процесів, регуляції і управління станом серцево-судинної системи, активність та взаємодію різних ланок нервової системи, рівень функціонування міо-кардіально-гемодинамічного гомеостазу, тонус та реактивність периферійних судин. А часовий аналіз осцилограм – оцінити адаптаційні можливості системи кровообігу та реакцію периферійних судин у відповідь на компресію манжетою і фізичне навантаження та роль автономної нервової системи.

#### **Список використаних джерел:**

1. Вакуленко Д. В. Інформаційна система морфологічного, часового, частотного та кореляційного аналізу артеріальних осцилограм у фізичній реабілітації : монографія / Д. В. Вакуленко. – Тернопіль : ТДМУ, 2015. – 212 с.
2. David A. How slow is the k-means method? / D. Arthur, S. Vassilvitskii // Proceedings of the twenty-second annual symposium on computational geometry (SoCG), Sedona, Arizona, USA, June 05-07, 2006. – New York, USA: ACM Press, 2006. – P. 144.
3. Rodgers J. L. Thirteen ways to look at the correlation coefficient / J. L. Rodgers, W. A. Nicewander // The American Statistician. – 1988. – No. 42. – С. 59-66