

## ФЕТАЛЬНИЙ МОНІТОРИНГ. ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМА ПЛОДУ

Зінгер Я. Л., студентка

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Розвиток сучасних медичних технологій дозволяє проводити оцінку стану плоду практично протягом усієї вагітності. Так, наприклад, серцебиття плоду з'являється вже на третьому тижні вагітності [1] з можливою подальшою реєстрацією електрокардіограми (ЕКГ).

Фетальні монітори — це прилади які дозволяють реєструвати частоту серцевих скорочень (ЧСС) плоду з одночасною реєстрацією рухової активності. Реєстрація ЧСС плоду в сучасних фетальних моніторах може здійснюватися, як за допомогою ультразвукової доплерівської діагностики, так і шляхом знімання ЕКГ плоду за допомогою фетального електроду у вигляді спіралі, що накладається на плід.

Також на сьогоднішній день добре відомий метод зняття ЕКГ сигналів за допомогою Холтерівського монітору (добове зняття ЕКГ) [2].

Є перспективним об'єднання методик фетального та Холтерівського моніторингу протягом доби з метою відслідковування стану матері та плоду у не амбулаторних умовах. При чому, результати моніторингу доцільно записувати на картку пам'яті з наступним аналізом їх лікарем [2]. Потреба в таких вимірюваннях виникає не лише під час вагітності, але й під час самих пологів. Вимірювання серцевих сигналів дитини ще до народження дає змогу виявити серцеві порушення та їх лікування.

Основною проблемою в реєстрації ЕКГ плоду, є те що сигнали які реєструються на поверхні тіла матері є сукупністю материнської ЕКГ ( $\approx 2000$  мкВ) та ЕКГ плоду ( $\approx 20$  мкВ) [3], а також дихальної складової, внутрішніх та зовнішніх завад.

Одним з перших методів, що одержали практичне застосування, у вирішенні проблеми виділення ЕКГ плоду є метод адаптивного придушення завад (*Multy-Reference Adaptive Noise Cancellation*) [4]. Ідея методу полягає у подавленні складової ЕКГ матері шляхом подавання його на абдомінальний електрод (прикріплюється до черевної стінки вагітної). При цьому складова ЕКГ матері, яка забезпечує мінімум середньоквадратичної помилки на виході адаптивного фільтра, обчислювалася по одному набору референтних ЕКГ-відведень (як правило грудних), що містять переважно ЕКГ матері.

Для дослідження принципів побудови апаратури для реєстрації ЕКГ плоду та тестування методів подавлення та фільтрації сигналів ЕКГ матері та завад, актуальним є проведення математичого моделювання сигналів, що реєструються з тіла вагітної матері. Очевидно, що параметрами сигнала-

лів, що моделюються, мають стати кількість каналів реєстрації, смуга частот, частотна характеристика, рівень шумів, динамічний діапазон, частота дискретизації. Важливими завданнями є забезпечення наявності завад, що мають місце в побутових та клінічних умовах, наприклад, завади промислової мережі електроживлення.

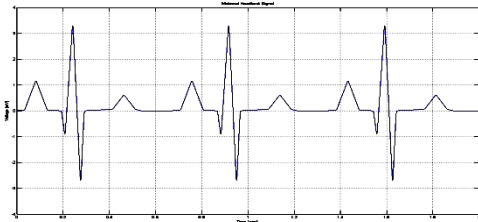


Рис.1 Змодельований сигнал ЕКГ матері

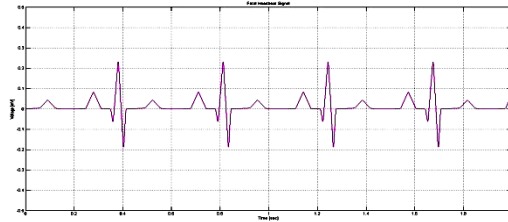


Рис.2 Змодельований сигнал ЕКГ плоду

Для моделювання використано програмне забезпечення Matlab. Частота дискретизації сигналу ЕКГ матері обрана рівною 400 Гц, ЧСС 89 ударів на хвилину та пікову напругу 3,5 мВ (Рис. 1). Так само моделюємо сигнал ЕКГ плоду. Серце плоду б'ється швидше ніж у матері, але має на порядок менший рівень напруги. Отже задаємо наступні параметри: частота дискретизації 400 Гц (така ж сама, як і для сигналу ЕКГ матері), ЧСС плоду 139 ударів на хвилину, пікова напруга 0,25 мВ (Рис. 2).

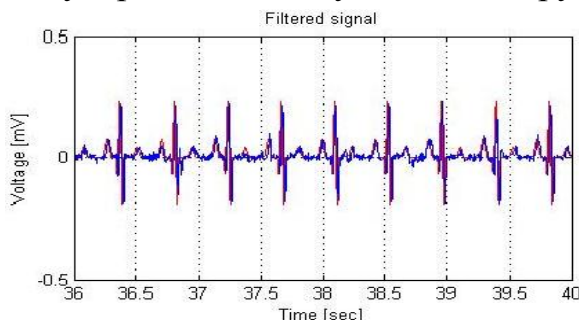


Рис.3 Відновлений сигнал ЕКГ плоду разом із залишковими завадами

Далі змішуємо ці два отримані сигнали і додаємо до них завади. Отриманий сигнал далі можна використовувати для адаптивного подавлення та фільтрації ЕКГ матері. Приклад, застосування адаптивного алгоритму для відновлення сигналу ЕКГ плоду приведено на рис. 3.

### Література

1. Plonsey R. Bioelectric Phenomena — New York: McGraw-Hill, 1969.
2. Дабровски А. Суточное мониторирование ЭКГ / А. Дабровски, Б. Дабровски, Р. Пиотрович — М. : Медпрактика, 2000 г.
3. Смирнов В. П. Біосигнали, сенсори та вимірювальні перетворювачі. Навчальний посібник — К. : НТУУ «КПІ» ВПІ ВПК «Політехніка», 2012. — 80с.
4. Коуэн К. Ф. Адаптивные фильтры / К. Ф. Коуэн, П. М. Грант — М. : Мир, 1988. — 392 с.