

ЦИФРОВІ ФІЛЬТРИ ДЛЯ ЕЛЕКТРОННОГО СТЕТОСКОПА

Івашко А.В., Крилова В.А., Макрецький І.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Одним із найважливіших методів діагностики патології серця, легень та інших органів є аускультация, яка ґрунтується на прослуховуванні та аналізі звуків, що утворюються в процесі функціонування внутрішніх органів. При аускультации легень, яке відбувається за допомогою електронного стетоскопа, можна виявити дихальні шуми та хрипи різного походження, зміни тонів серця сигналізують про стан серцевої діяльності. Для поділу діапазонів в електронних стетоскопах застосовуються частотозалежні схеми, зокрема електронні фільтри, як пасивні, так і активні. Більш ефективними, однак, виявляються цифрові фільтри, що забезпечують зручну мікропроцесорну реалізацію, високу надійність, знижені енергоспоживання, вагу та габарити. В літературі відсутні рекомендації щодо вибору типу та параметрів цифрових фільтрів, що забезпечують оптимальне поділ діапазонів сигналів аускультации, що вказує на необхідність проведення досліджень із синтезу та порівняльного аналізу цифрових фільтрів сигналів аускультации. Аналіз методів для поділу частотних діапазонів сигналів аускультации показав, що застосування цифрових СІХ-фільтрів не завжди можливе, оскільки для досягнення необхідних у клінічній практиці характеристик може знадобитися значна кількість ланок фільтра, що ускладнює їх апаратну і програмну реалізацію. У той же час НІХ-фільтри відносно невисокого порядку дозволяють вирішувати це завдання. З використанням методу білінійного перетворення були синтезовані НІХ-фільтри для виділення частотних діапазонів «Діафрагма» (100 – 800 Гц) що дозволяє виявити аортальну недостатність, «Дзвін» (20 – 400 Гц), в якому діагностуються глухі тони серця та легеневі хрипи та «Розширений» (20 – 2000 Гц). Експериментальне дослідження синтезованих фільтрів дозволило виробити рекомендації щодо вибору параметрів фільтрів. Аналіз показав, що для діапазону «Дзвін» достатньо чотириланкового фільтра Баттерворта. Фільтр другого порядку недостатньо пригнічує гармоніки, що знаходяться за межами заданого діапазону, при застосуванні фільтра Чебишева у сигналі з'являються посилені гармоніки, що відповідають викидам на АЧХ, що відчуюються на слух як сторонні шуми. Для діапазону «Діафрагма» прийнятні результати фільтрації забезпечує фільтр Баттерворта шостого та вищого порядків. Отримані результати протестовані на реальних сигналах аускультации та використані для розробки мікроконтролерного стетоскопа.

Література:

1. Kajor M, Grochala D., Iwaniec M., Kantoch E., Kucharski D. A prototype of the mobile stethoscope for telemedical application. 2018 XIV-th International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH). DOI:10.1109/MEMSTECH.2018.8365690.
2. Demiao Ou; Liping OuYang; Zhijun Tan; Hongqiang Mo; Xiang Tian; Xiangmin Xu. An electronic stethoscope for heart diseases based on micro-electro-mechanical-system microphone. 2016 IEEE 14th International Conference on Industrial Informatics.