

Міністерство освіти і науки України  
Національна академія наук України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)  
Західний науковий центр НАН України  
Університет імені П'єра і Марії Кюрі Сорбона Париж (Франція)  
Вища школа промислової фізики і хімії міста Париж (Франція)  
Технічний університет у Кошице (Словаччина)  
Вільнюський технічний університет ім. Гедімінаса (Литва)  
Шяуляйська державна колегія (Литва)  
Жешувський політехнічний університет ім. Лукачевича (Польща)  
Білоруський національний технічний університет (Республіка Білорусь)  
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)  
Національний університет біоресурсів і природокористування України  
Наукове товариство імені Шевченка  
Науковий парк «Інноваційно-інвестиційний кластер Тернопілля»  
Асоціація випускників ТНТУ

**Матеріали Міжнародної науково-технічної  
конференції**

**ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ  
ПРОБЛЕМИ СУЧASNIX TЕХНОЛОГIЙ**

*до 100 річчя з дня заснування НАН України  
та на вшанування пам'яті Івана Пулюя  
(100 річчя з дня смерті)*

**22-24 травня 2018 року**



Тернопіль  
2018

УДК 001

Ф 94

#### ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова: Ясній П.В., ректор ТНТУ ім. І. Пулюя.

Співголова (за згодою): Назарчук З.Т., голова Західного наукового центру НАН України.

Науковий секретар: Золотий Р.З.

Члени: Андрейків О.Є. (Україна); Андрійчук В.А. (Україна); Андрушків Б.М. (Україна); Богданович А. (Республіка Білорусь); Брезінова Ж. (Словаччина); Бхаскар А. (Великобританія); Гевко Б.М. (Україна); Дмитрах І.М. (Україна); Кушнір Р.М. (Україна); Лапуста Ю. (Франція); Ловейкін В.С. (Україна); Луців І.В. (Україна); Майстренко А.Я. (Україна); Марушак П.О. (Україна); Меноу А. (Марокко); Никифорчин Г.М. (Україна); Петрик М.Р. (Україна); Підгурський М.І. (Україна); Позняков В.Д. (Україна); Покотило О.С. (Україна); Прентковськіс О. (Литва); Приймак М.В. (Україна); Рибак Т.І. (Україна); Рогатинський Р.М. (Україна); Стакович Ф. (Польща); Тот Л. (Угорщина); Фресар Ж. (Франція); Харченко В.В. (Україна); Шяджювене Н. (Литва); Яворський Б.І. (Україна); Яковелло Ф. (Італія).

#### ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова: Рогатинський Р.М., проректор з науки ТНТУ.

Члени: Ковалюк Б.П., Лещук Р.Я., Баран І.О., Ціх Г.В., Яськів В.І., Марушак П.О.,

Окіпний І.Б., Дзюра В.О., Лазарюк В.В., Рокіцький О.М.

Науковий секретар: Золотий Р.З.

Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій : матеріали  
Ф 94 Міжнародної науково-технічної конференції до 100-річчя з дня заснування НАН  
України та на вшанування пам'яті Івана Пулюя (100-річчя з дня смерті),  
(Тернопіль, 23–24 травня 2018 року) / Науковий секретар : Золотий Р.З. –  
Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана  
Пулюя, 2018. – 368 с.

ISBN 978-966-305-093-5

#### НАПРЯМКИ РОБОТИ КОНФЕРЕНЦІЇ

- феномен Івана Пулюя, роль особистості в становленні Української науки;
- фізико-технічні основи розвитку нових технологій;
- нові матеріали, міцність і довговічність елементів конструкцій;
- сучасні технології в машино- та приладобудуванні;
- моделювання в науково-методичних технологіях;
- комп’ютерно-інформаційні технології та системи зв’язку;
- електротехніка та енергозбереження;
- фундаментальні проблеми харчових біо- та нанотехнологій;
- економічні та соціальні аспекти нових технологій.

Адреса оргкомітету: ТНТУ ім. І. Пулюя, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, 46001.

E-mail: tutukonf@gmail.com

*Роботи друкуються в авторській редакції. Видавець не несе відповідальності за достовірність інформації, яка наведена в роботах, та затирає за собою право не погоджуватися з думками авторів на розглянуті питання.*

ISBN 978-966-305-093-5

©Тернопільський національний технічний  
університет імені Івана Пулюя, ..... 2018

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE**  
National Academy of Sciences of Ukraine  
Ternopil Ivan Puluj National Technical University (Ukraine)  
Western Scientific Center of the National Academy of Sciences of Ukraine  
Pierre and Marie Curie University, Sorbonne University (France)  
ESPCI Paris (France)  
Technical University of Kosice (Slovakia)  
Vilnius Gediminas Technical University (Lithuania)  
Šiauliai State College (Lithuania)  
Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Lukasiewicza (Poland)  
Belarusian State Technological University (Republic of Belarus)  
Mohammed VI International Academy of Civil Aviation (Morocco)  
National University of Bioresources and Natural Resources Use of Ukraine  
Shevchenko Scientific Society  
Scientific Park "Innovation-Investment Cluster Ternopil"  
Alumni Association of TNTU

**International scientific and technical conference  
“FUNDAMENTAL AND APPLIED PROBLEMS  
OF MODERN TECHNOLOGIES”**

*to the 100th anniversary of the foundation of the National Academy of  
Sciences of Ukraine and to the commemoration of Ivan Puluj  
(100th anniversary from the day of death)*

**May 22-24, 2018**



**Ternopil, Ukraine  
2018**

---

UDC 001

Φ 94

#### **PROGRAM COMMITTEE**

**Chair:** **Yasniy P.V.**, rector of TNTU.

**Co-chair:** **Nazarchuk Z.T.**, western Scientific Center of the National Academy of Sciences of Ukraine/

**Vice-chair:** **Andreikiv O.Ie.** (Ukraine); **Andriichuk V.A.** (Ukraine); **Andrushkiv B.M.** (Ukraine); **Bohdanovych A.** (Republic of Belarus); **Brezinova Zh.** (Slovakia); **Bkhaskar A.** (Great Britain); **Hevko B.M.** (Ukraine); **Dmytrakh I.M.** (Ukraine); **Kushnir R.M.** (Ukraine); **Lapusta Yu.** (France); **Lovekin V.S.** (Ukraine); **Lutsiv I.V.** (Ukraine); **Maistrenko A.Ia.** (Ukraine); **Marushchak P.O.** (Ukraine); **Menou A.** (Morocco); **Nykyforchyn H.M.** (Ukraine); **Petryk M.R.** (Ukraine); **Pidhurskyi M.I.** (Ukraine); **Pozniakov V.D.** (Ukraine); **Pokotylo O.S.** (Ukraine); **Prentkovskis O.** (Lithuania); **Pryimak M.V.** (Ukraine); **Rybak T.I.** (Ukraine); **Rohatynskyi R.M.** (Ukraine); **Stakhovych F.** (Poland); **Tot L.** (Hungary); **Fresar Zh.** (France); **Kharchenko V.V.** (Ukraine); **Shiadzhiuvene N.** (Lithuania); **Yavorskyi B.I.** (Ukraine); **Yakovello F.** (Italy).

#### **ORGANISING COMMITTEE**

**Chair:** **Rohatynskyi R.M.**, vice-rector, TNTU.

Kovalyuk B.P., Leshchuk R.Ja. Baran I.O. Tsih G.V. Jaskiv V.I. Marushchak P.O. Okipnyi I.B. Dzyura V.O. Lazaryuk V.V.

**Scientific Secretary:** Roman Zolotyi.

Fundamental and applied problems of modern technologies. book of abstracts  
Φ94 of the International scientific and technical conference (Ternopil, 22-24 of May 2018.) / Ministry of Education and Science of Ukraine, Ternopil Ivan Puluj National Technical Universitiy [and other]. – Ternopil : Ternopil Ivan Puluj National Technical University, 2018. – 368 c.

— ISBN 978-966-305-093-5

#### **CONFERENCE PROGRAM OVERVIEW**

- physical and technical bases of the new technologies development;
- new materials, strength and durability of structural elements;
- modern technologies in machine and instrumentation;
- computer-information technologies and communication systems;
- electrical engineering and energy preservation;
- fundamental problems of food bio- and nanotechnologies;
- economic and social aspects of new technologies.

Authors are entirely responsible for the Content of their contributions.

ISBN 978-966-305-093-5

©Ivan Puluj Ternopil National  
Technical University,..... 2018

**УДК 57.087.1**

**Ю.Б. Паляніца, Є.Б Яворська, к. т. н., доц., Г.М. Шадріна к. т. н., доц.**  
**Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя**

**АЛГОРИТМ ПОПЕРЕДНЬОГО ОПРАЦЮВАННЯ ФОНОКАРДІОСИГНАЛУ ЯК  
ПЕРІОДИЧНО КОРЕЛЬОВАНОГО ВИПАДКОВОГО ПРОЦЕСУ**

**Y. Palaniza, E. Yavorska, H. Shadrina**

**THE PHONOCARDIOSIGNAL AS A PERIODICALLY CORRELATED  
STOCHASTIC PROCESS PREPROCESSING ALGORITHM**

Існуючі на сьогоднішній день у профілактичній медицині системи віддаленого моніторингу стану серцево-судинної системи (ССС), зокрема за фонокардіосигналом (ФКС) вимагають застосування коректних апаратно-програмних засобів для опрацювання його. Як показано в працях Драгана Я.П., Паляніци Ю.Б., [1] ФКС паралельно зареєстрований з електрокардіосигналом (ЕКС) як періодично корельований випадковий процес (ПКВП) опрацюють синфазним методом як статистичним

Проте синфазний метод вимагає забезпечення однорідності статистичного матеріалу, що ускладнює дослідження, та визначення періоду корельованості вхідної послідовності, який у випадку ФКС, може бути представленим як середня тривалість серцевого циклу.

Класичним підходом до знаходження періоду корельованості є визначення періоду повторюваності автокореляційної функції [2]. Такий спосіб є чутливим до довжини вибірки та фазової структури серцевого циклу, що унеможливлює забезпечення повторюваності результатів. Визначення тривалості одного серцевого циклу за тривалістю R-R інтервалу не дає змоги забезпечити вибірку однієї повної реалізації, тобто інтервалу між моментами прояву дії синусового вузла, що на ЕКГ виявляється Р-зубцем. Тому пропонується визначати кожну реалізацію серцевого циклу як інтервал Р-Р, оскільки Р-зубець відповідає моменту активізації потенціалу дії (Шмідт-Фойгт). В клінічній практиці за тривалість серцевого циклу приймають R-R інтервал, однак це не відповідає природі досліджуваного об'єкта [3], оскільки початком кожної наступної реалізації циклу серцевого скорочення є момент прояву потенціалу дії синусового вузла, що на ЕКГ є Р-зубцем.

Оскільки значення амплітуди Р-зубця набагато менше, ніж R-зубця і форма його є більш плавною, то він більше спотворюється під впливом високочастотних шумів. При низьких значеннях відношення сигнал/шум встановити коректно локалізацію максимуму з високою точністю проблематично. Застосування фільтрів низьких частот є недопустимим, оскільки вони, окрім фазових спотворень, сильно розмивають стрімкі зубці та зсувають їх у часі.

У нашому випадку високочастотні шуми є некорельованими з корисним сигналом, тому доцільно використати згладжування.

Все більшого поширення набуває метод згладжування із застосуванням фільтра Савіцького-Голея [4], при цьому: в околі кожної точки послідовності будують апроксимуючий поліном n-го порядку по методу найменших квадратів у вікні певної довжини; відтворюють послідовність обчисленням її із полінома меншої степеня, віддаючи молодші члени; здійснюють зсув вікна та повторення попередніх операцій. Згладжувальні фільтри Савіцького-Голея (поліноміальні нерекурсивні фільтри) використовують для згладжування (у вузькому сенсі) зашумлених сигналів з широким спектром. Тоді такі фільтри дають набагато кращий результат у порівнянні зі звичайними нерекурсивними усереднюючими фільтрами, що мають тенденцію разом із

шумами видаляти їй частину високочастотних корисних складових сигналу та вносити мінімальні фазові спотворення, що є критично важливою особливістю для опрацювання сигналу синфазним методом. Однак метод згладжування забезпечує дешо гірше ослаблення шуму порівняно зі звичайними нерекурсивними фільтрами, що вимагає більших затрат обчислювальної потужності системи. Оскільки така фільтрація забезпечує поліноміальну апроксимацію окремих кадрів вхідної послідовності по критерію мінімуму середньоквадратичної похибки, то в цьому сенсі він є оптимальним.

Таким чином застосування фільтра Савіцького-Голея не порушує форму корисного сигналу за умови оптимального підбору порядку полінома і ширини вікна згладжування.

Для ілюстрації процедури згладжування зашумлений ЕКС та згладжений за допомогою фільтра Савіцького-Голея зображені на рис. 1:

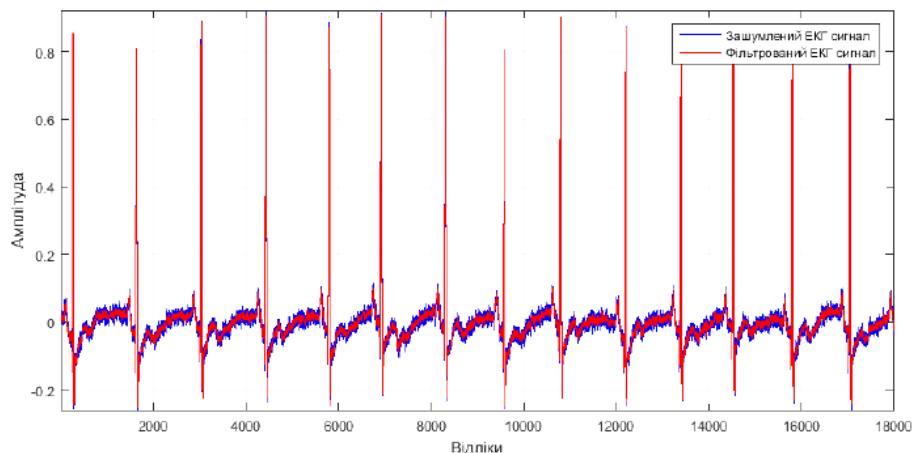


Рис. 1. Зашумлений та згладжений ЕКС фільтром Савіцького-Голея

Для пошуку Р-зубців у згладженному сигналі доцільно використати пороговий метод оскільки тоді відпаде потреба застосування різного роду процедур розпізнавання форми, пошуку патернів чи переходу в іншу область (наприклад, спектральну шляхом застосування перетворення Фур'є чи області масштабних вейвлет-коєфіцієнтів).

#### Література

1. Драган Я.П. Системний аналіз статистичного оцінювання станів стохастичної вібраційної системи і принципу шунтування / Я.П. Драган, Ю.І. Грицюк, Ю.Б. Паляниша // НАУКОВИЙ ВІСНИК НЛТУ України: Збірник науково-технічних праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2016. – Вип. 25.10. – С.255-259.
2. Драган Я. Енергетична теорія лінійних моделей стохастичних сигналів: – Львів, Центр стратегічних досліджень еко-біо-технічних систем, 1997. –XVI+333с.
3. Котельников С. А. Вариабельность ритма сердца: представления о механизмах / С.А. Котельников, А.Д. Ноздрачев, М.М. Одніак, Е.Б. Шустов, И.Ю. Коваленко, В.Ю. Давыденко // Физиология человека. 2002. № 1. С. 130–143.
4. Никонов А.В. Фільтрация методом Савицкого-Голея спектральных характеристик чувствительности матричных фотоприемных устройств / А.В. Никонов, Р.В. Давлетшин, Н.И. Яковлева, П.С. Лазарев // Успехи прикладной физики. – 2016. – Т. 4. – №. 2. – С. 198-205.