

Рішення разової спеціалізованої вченої ради про присудження ступеня доктора філософії

Разова спеціалізована вчена рада Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» Міністерства освіти і науки України, м. Харків прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації на підставі публічного захисту дисертації на тему «Вдосконалені методи обробки біомедичних сигналів для оцінки фізіологічних показників людини» за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка "6" травня 2024 року.

В'юницький Олег Геннадійович 1996 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2018 році Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка.

Працює на посаді старшого викладача кафедри інформаційно-комунікаційних технологій ім. О. О. Зеленського у Національному аерокосмічному університеті ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Міністерства освіти і науки України, м. Харків з 2023 року до цього часу.

Дисертацію виконано у Національному аерокосмічному університеті ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Міністерства освіти і науки України, м. Харків.

Науковий керівник Тоцький Олександр Володимирович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри інформаційно-комунікаційних технологій ім. О. О. Зеленського Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут».

Здобувач має 21 наукову працю за темою дисертації, з яких 4 – статті у наукових періодичних виданнях іншої держави (США), проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus (Q4); 1 – стаття у науковому періодичному фаховому виданні України, проіндексованому у базі даних Web of Science Core Collection та/або Scopus (Q3), та який на момент публікації

відносився до категорії «А» фахових видань України за тематикою технічних, фізико-математичних наук, 16 – публікації у матеріалах конференцій, серед яких 5 у матеріалах міжнародних англomовних конференцій, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus:

1. **O. Viunytskyi**, V. Shulgin, A. Totsky, K. Egiazarian, O. Polotska, “Extraction of fetal heart activity by using bispectrum-based electromyography signal processing”, Telecommunications and Radio Engineering, USA, Volume 78, Issue 3, 2019, pp. 269-279, doi: <https://doi.org/10.1615/TelecomRadEng.v78.i3.70> (Scopus, Q4)

2. **O. Viunytskyi**, V. Shulgin, A. Totsky, K. Egiazarian, O. Polotska, “Recognition of premature births by bispectrum-based abdominal electromyography signal processing”, Telecommunications and Radio Engineering, USA, Volume 78, Issue 1, 2019, pp. 59-69, doi: <https://doi.org/10.1615/TelecomRadEng.v78.i1.70> (Scopus, Q4)

3. **O. Viunytskyi**, V. Shulgin, A. Totsky, K. Egiazarian, “Human Blood Pressure Measurement Using Machine Learning Strategy”, Telecommunications and Radio Engineering, USA, Volume 81, Issue 3, 2022, pp. 1-21, doi: <https://doi.org/10.1615/TelecomRadEng.2022037783> (Scopus, Q4)

4. **O.G. Viunytskyi**, V.I. Shulgin, A.A. Roienko, A.V. Totsky, K.O. Egiuzarian, “Fetal ecg extraction from the abdominal signal using wavelet bispectrum technique”, Telecommunications and Radio Engineering, USA, Volume 82, Issue 9, 2023, pp. 29–46, doi: <https://doi.org/10.1615/TelecomRadEng.2023047588> (Scopus, Q4).

5. **O. Viunytskyi**, V. Lukin, A. Totsky, V. Shulgin, N. Kozhemiakina, “Continuous Cuffless Blood Pressure Measurement Using Feed-Forward Neural Network”, Radioelectronic and Computer Systems, Volume 2, Issue 106, 2023, pp. 36-53, doi: <https://doi.org/10.32620/reks.2023.2.04> (Scopus, Q3).

У дискусії взяли участь голова і члени спеціалізованої вченої ради та присутні на захисті фахівці:

1. Голова разової спеціалізованої вченої ради Жила Семен Сергійович, доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри аерокосмічних радіоелектронних систем Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут».

Зауваження:

– При розрахунку маски біспектрального фільтру виконується перетворення дійсної та уявної частини комплексної біспектральної оцінки абдомінального сигналу у бінарне зображення з фіксованим порогом у 0.5. Використання фіксованого порогу може призводити до помилок у подальшій фільтрації.

– Деякі рисунки в роботі оформлені некоректно, наприклад, рисунок 2.46, 2.47, 2.51 та 2.52 демонструють на одному графіку декілька сигналів. Проте, сигнали відображені однаковими лініями та однаковим кольором. Доцільніше відображати такі графіки різними лініями, або різним кольором.

2. Рецензент Абрамов Сергій Клавдійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційно-комунікаційних технологій ім. О. О. Зеленського Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут».

Зауваження:

– Перший розділ перевантажено медичними термінами, що ускладнює сприйняття інформації з точки зору фахівців зі спеціальності Телекомунікації та радіотехніка, за якою, власне, й захищається дисертаційна робота.

– Описані у другому розділі засоби покращення виділення кардіограми плода за рахунок попередньої фільтрації та використання біспектральної обробки застосовано лише до методу виділення на основі аналізу незалежних компонент при багатоканальній обробці. Було б доцільним проаналізувати можливість їх застосування й до інших методів виділення, зокрема більш простих одноканальних.

– В дисертаційній роботі не наведено даних, наскільки запропоновані нові методи та модифікації відомих методів потребують більшої обчислювальної потужності та часу на проведення обробки. Такі оцінки були б дуже корисними з точки зору практичного застосування запропонованих методів.

– Деякі з рисунків є нечіткими, погано сприймається надто маленький шрифт підписів, особливо на блок-схемах складних алгоритмів обробки.

3. Рецензент Куліш Сергій Миколайович, кандидат технічних наук, професор, професор кафедри радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів та технологій Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»

Зауваження:

– Виклад матеріалу дисертації сильно розрізняється по ступеню подробиць. Наприклад, перший розділ значно перевантажений відомими подробицями, що стосуються загальних методів обробки біомедичних сигналів, а четвертий розділ дисертації перевантажений численними однотипними графіками.

– Автор використовує поняття відношення сигнал-шум як відношення середньої потужності сигналу до дисперсії шуму, хоча у науково-технічній

літературі більш розповсюдженим є використання відношення енергії сигналу до спектральної щільності шуму.

– У підрозділі 2.6 представлений опис модифікованого алгоритму для виділення фетальної електрокардіограми з абдомінального сигналу з використанням розроблених автором нових алгоритмів, однак сам модифікований алгоритм не представлено у вигляді блок-схеми.

– У підрозділі 4.2 фільтрація ЕКГ та ФПГ сигналів відбувається в смузі частот 2-60 Гц, хоча значна частина спектру сигналу ЕКГ знаходяться в смузі частот 2-20 Гц, а сигналу ФПГ – в смузі частот 10-20 Гц. Використання більшої смуги частот для фільтрації може призвести до залишків завадових компонент у досліджуваних сигналах після їх попередньої обробки.

4. Офіційний опонент Голяка Роман Любомирович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри електронних засобів інформаційно-комп'ютерних технологій Національного університету «Львівська політехніка».

Зауваження:

– У розділі 2, у підрозділі 2.6 при дослідженні вдосконаленого методу виділення електрокардіограми плоду з абдомінального сигналу з використанням розроблених автором нових методів, висвітлені результати порівняння з одним із комбінованих методів, який базується на методах нелінійної фільтрації, методах аналізу незалежних компонент та сліпого поділу джерел, проте не вказані результати порівняння з методами на основі нейронних мереж, опис яких було представлено у підрозділі 1.3.6 дисертаційної роботи.

– У розділі 3 роботи представлено дослідження виявлення наявності патологій за допомогою запропонованих вейвлет-біспектрального та вейвлет-бікогерентного методів, вказані нові класифікаційні ознаки, які можуть свідчити про наявність патології. Проте, немає визначення самого класу або типу патології.

– У розділі 4 роботи автор розробив прямі нейронні мережі, які виконують розрахунок артеріального тиску за набором вхідних класифікаційних ознак, які визначаються завчасно. Проте, існують згорткові нейронні мережі, які автор не використовував і не розглядав. Цей тип нейронних мереж здатний автоматично визначати класифікаційні ознаки у вхідних даних, а як вхідні дані може бути використаний сам сигнал без попередньої обробки.

5. Офіційний опонент Яворська Євгенія Богданівна, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри біотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету ім. І. Пулюя.

Зауваження:

– Розроблені автором методи можуть використовуватись лише для обробки завчасно записаних сигналів, відсутня демонстрація обробки в режимі реального часу.

– У розділі 2, підрозділі 2.4 продемонстровано метод біспектральної фільтрації електрокардіографічного сигналу. Для його використання необхідно завчасно проводити додатково біспектральну оцінку електрокардіографічного сигналу, що ускладнює процедуру обробки.

– У розділі 2, підрозділі 2.4 на сторінці 134 у таблиці 2.8 представлено порівняння розробленого одно канального нелінійного методу фільтрації на основі біспектральної обробки сигналів з іншими нелінійними фільтрами, такими як – усереднювальний, медіанний та вейвлет-фільтри різних типів. Однак, існують також інші методи на основі нейронних мереж. Було б доцільно провести порівняння із цими методами обробки.

– Демонстрація ефективності фільтрації запропонованих методів проводилась з використанням штучних згенерованих абдомінальних сигналів. Однак, сам вдосконалений метод аналізувався, використовуючи реальні записи із бази даних. Ефективність фільтрації також можна було б продемонструвати, використовуючи реальні записи.

На зауваження Здобувач дав такі відповіді:

1. Відповіді на зауваження Голови разової спеціалізованої вченої ради Жили Семена Сергійовича:

– Так, дійсно, доцільніше використовувати адаптивні пороги при розрахунку маски для фільтру, але це ускладнює процедуру обробки.

– З іншими зауваженнями згоден.

2. Відповіді на зауваження Рецензента Абрамова Сергія Клавдійовича:

– Так, дійсно, в першому розділі наведено багато медичних термінів, які пов'язані з тематикою дослідження і відійти від їх використання неможливо.

– Так, дійсно, впровадження запропонованих нових методів на основі біспектральної обробки застосовувались до одного із багатоканальних методів. Це пов'язано з тим, що на момент розробки та впровадження я працював у компанії «ХАІ-Медика», де мав доступ саме до цього методу. Він був сертифікований та використовувався в медичній практиці, в тому числі і у Харківських лікарнях. Саме тому було вирішено виконати саме його модифікацію для можливого покращення.

– Так, в дисертаційній роботі дійсно відсутній аналіз наскільки запропоновані нові методи та модифікації відомих методів потребують більшої обчислювальної потужності. Це пов'язано з тим, що впродовж розробки та впровадження запропонованих методів було використано різне апаратне забезпечення. Через що оцінка витраченого часу на обробку даних не є об'єктивною та коректною. Через це даний аналіз не був продемонстрований у роботі.

– З іншими зауваженнями погоджуюсь.

3. Відповіді на зауваження Рецензента Куліша Сергія Миколайовича:

– Так, дійсно, в четвертому розділі можна було систематизувати результати та продемонструвати їх більш стисло.

– Використання обох методів є вірним та розповсюдженим в літературі, тому було вирішено використовувати даний підхід.

– Так, в роботі дійсно використовувалась більша смуга частот при попередній обробці електрокардіографічних та фотоплетизмографічних сигналів, хоча їх спектр обмежений меншими частотами. Це пов'язано з процедурою пошуку характерних точок сигналу фотоплетизмограми, де більш висока частота сигналу дозволяє використати лише першу похідну сигналу фотоплетизмограми для пошуку всіх позицій. При обмеженні частоти інші автори використовують додатково і другу похідну сигналу, що ускладнює обробку.

– З іншими зауваженнями погоджуюсь.

4. Відповіді на зауваження Офіційного опонента Голяки Романа Любомировича:

– Автори, які демонстрували можливість виділення електрокардіограми плоду з застосуванням нейронних мереж використовували інші бази даних абдомінальних сигналів для аналізу, через що порівняння з їх результатами не є коректним.

– Згорткові нейронні мережі потребують значно більшої обчислювальної потужності, тоді як прямі нейронні мережі використовують менше апаратних ресурсів та працюють швидше.

– З іншими зауваженнями погоджуюсь.

5. Відповіді на зауваження Офіційного опонента Яворської Євгенії Богданівни:

– Оскільки запропоновані нові методи використовують ковзну віконну обробку, то в подальшому їх можна модифікувати для виконання обробки в режимі реального часу. В даній дисертаційній роботі це не було

продемонстровано, оскільки обробка виконувалась або згенерованих штучних сигналів, або реальних записів із баз даних.

– Так, дійсно, біспектральна фільтрація вимагає завчасного розрахунку біспектральної оцінки сигналу, що може ускладнити обробку сигналу, особливо під час обробки в режимі реального часу. Проте, усереднена біспектральна оцінка дозволяє більш точно визначити корисні спектральні компоненти досліджуваного сигналу, що, в свою чергу, дозволяє більш ефективно виконати фільтрацію абдомінального сигналу.

– Для порівняння ефективності фільтрації використовувались методи та засоби, які вбудовані в більшість мов програмування, що дозволяє реалізувати їх досить просто, швидко і без помилок, а також вони є розповсюдженими та використовуються і в подібних задачах, саме тому вони були обрані для порівняння.

– З іншими зауваженнями погоджуюсь.

Члени разової ради визнали відповіді задовільними.

Результати голосування: "За" 5 членів ради, "Проти" 0 членів ради.

На підставі результатів голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує В'юницькому Олегу Геннадійовичу ступінь доктора філософії з галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка.

Голова разової спеціалізованої вченої ради

Семен ЖИЛА

Підпис голови разової ради доктора тех. наук,
доцента Жили Семена Сергійовича засвідчую.

Учений секретар
Національного аерокосмічного університету
ім. М. С. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Тетяна БОНДАРЄВА



М.П. _____ 2024 року