РІШЕННЯ
РАЗОВОЇ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ ВЧЕНОЇ РАДИ № 7817
ПРО ПРИСУДЖЕННЯ СТУПЕНЯ ДОКТОРА ФІЛОСОФІЇ

Разова спеціалізована вчена рада Українського державного університету залізничного транспорту Міністерства освіти і науки України, м. Харків, прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань «17 – Електроніка та телекомунікації» на підставі прилюдного захисту дисертації «Методи формування ансамблів складних сигналів для підвищення завадостійкості безпроводових когнітивних телекомунікаційних мереж» за спеціальністю «172 – Телекомунікації та радіотехніка» 04 квітня 2025 року.

Бершов В'ячеслав Султанбекович, 1997 року народження, громадянин України, освіта вища. Закінчив у 2021 році КНУ ім. Шевченка з дипломом магістра за спеціальністю «Інтернет речей». З 2022 року по теперішній час навчається в аспірантурі денної форми навчання Українського державного університету залізничного транспорту на освітньо-науковій програмі «Телекомунікації та радіотехніка» за спеціальністю «172 – Телекомунікації та радіотехніка».

Дисертацію виконано в Українському державному університеті залізничного транспорту Міністерства освіти і науки України, м. Харків.

Науковий керівник Жученко Олександр Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспортного зв'язку Українського державного університету залізничного транспорту.

Результати дисертаційної роботи було опубліковано автором у 10 наукових працях, у тому числі: 4 статі у фахових виданнях України, у тому числі, 1 стаття у виданні внесеному до міжнародної наукометричної бази Web of Science, 1 стаття у міжнародному виданні та 5 праць апробаційного характеру – тези доповіді за матеріалами міжнародних науково-практичних конференцій.

Основні наукові праці:

Публікації у наукових фахових виданнях України категорії «Б», що включені до міжнародних науково-метричних баз:

1. Bershov V., Zhuchenko O. Adaptive method of forming complex signals ensembles based on multi-level recurrent time-frequency segment modeling. Наукоємні технології, «Електроніка, телекомунікації та радіотехніка», № 3 (63), 2024. С. 257-264. DOI: https://doi.org/10.18372/2310-5461.63.18953

2. Bershov, V., Yakymchuk N. The method of forming ensembles of complex signals based on multi-scale decomposition of time intervals at different levels of detail. Науковий журнал «Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво». Телекомунікації та радіотехніка, Луцьк, № 56, 2024. С. 325-334. DOI: https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2024-56-39

3. Lysechko V., Bershov V. Justification of Filter Selection Methods for Enhancing the Efficiency of Multilevel Recurrent Time-Frequency Segmentation. SISIOT (Security of Infocommunication Systems and Internet of Things), vol. 2, no.1, p. 01006, 2024. P. 1-7. DOI: https://doi.org/10.31861/sisiot2024.1.01006

4. Lysechko V. P., Komar O. M., Bershov V. S., Veklych O. K. Optimization of the parameters of synthesized signals using linear approximations by the Nelder-Mead method. Radio Electronics, Computer Science, Control, (3), 35, 2024. P. 35-43. DOI: https://doi.org/10.15588/1607-3274-2024-3-4 (**Web Of Science** – 2024).

Міжнародне фахове видання:

1. Komar O., Lysechko V., Veklych O., Bershov V., Soproniuk I. Methods for evaluating the impact of energy and correlation properties of signals on the resilience to inter-channel interference in intelligent radio systems. Mechanics Transport Communications. Journal article № 2599 Vol. 22, 3/3. 2024. P. IV-6-IV-19, https://mtc-aj.com/library/2599_EN.pdf.

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

Голова спеціалізованої вченої ради – **Штомпель Микола Анатолійович**, доктор технічних наук, професор кафедри транспортного зв'язку УкрДУЗТ

звернув увагу на широке використання в дисертації обчислювальних методів, попросив дисертанта пояснити, як ці методи узгоджуються між собою в межах єдиної методології та чи оцінювався внесок кожного з них у загальну ефективність запропонованого підходу. Також поставив питання щодо можливих обмежень методу багаторівневого рекурентного сегментування. Зокрема, чи існують класи задач або типи сигналів, для яких цей метод може виявитися неефективним, та яким чином це враховано в дослідженні.

Окремо було піднято питання щодо можливості адаптації запропонованих методів для використання в системах 5G або 6G. Голова ради наголосив на важливості врахування вимог цих мереж до спектральної ефективності та адаптивності, а також запропонував дисертанту окреслити потенційні напрямки інтеграції методів у сучасні телекомунікаційні технології. Крім того, було висловлено зауваження щодо оцінки складності сигналу. Запропоновано дисертанту пояснити обґрунтування такого підходу та його вплив на результати дослідження.

Офіційний опонент – **Бойко Юлій Миколайович**, доктор технічних наук, професор кафедри телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій, Хмельницького національного університету позитивно оцінив рівень розробки наукових і методичних положень дисертації, а також обґрунтованість наукових висновків та пропозицій. При цьому відмітив деякі недоліки, які, на думку опонента, не несуть принципового значення і не впливають на загальний високий рівень роботи.

1. Запропонований метод багаторівневого рекурентного часового сегментування (розділ 2, стор. 82-95) не містить оцінки втрат інформації після поділу сигналу. Відсутність такого аналізу ускладнює оцінку точності відновлення сигналу після сегментації, а також можливий вплив втрат на ефективність подальшої обробки та формування ансамблів сигналів у когнітивних мережах.

2. При комп'ютерному моделюванні методів аналізу та обробки ансамблів складних сигналів, які наведено в дисертації у розділах 3 та 4, існує

ризик перенавчання алгоритмів на специфічних тестових даних, що може знизити їх ефективність у реальних умовах і, відповідно, не зрозуміло, які механізми забезпечують узагальнену стійкість розроблених методів.

3. У розділі 3 представлено метод аналізу та обробки ансамблів складних сигналів з використанням специфічних перетворень та оптимізованих фільтрів. Відомо, що ефективність таких методів може залежати від параметрів вибраних перетворень і їх чутливості до змін характеристик сигналу та рівня завад. Не зрозуміло, чи проводився у дослідженні аналіз стійкості алгоритму реалізації цього методу до таких змін, і не зрозуміло, які механізми передбачені для підтримання стабільності його роботи в різних умовах.

У дискусії запропонував дисертанту надати пояснення, наскільки ефективно метод багаторівневої сегментації працює в реальних умовах когнітивного радіосередовища,

Офіційний опонент – **Козловський Валерій Валерійович,** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технічного захисту інформації Державного університету «Київський авіаційний інститут» надав позитивний відгук з зауваженнями.

1. На четвертому етапі методу формування ансамблів складних сигналів на основі багаторівневого рекурентного часово-частотного сегментного моделювання (стор. 58) використано рекурсивні методи обробки, проте не зазначено, як забезпечується їх стійкість до накопичення помилок та чи передбачено механізми стабілізації алгоритму для запобігання цьому явищу.

2. Використання кількох фільтрів, зокрема Калмана, Баттерворта та еліптичних (розділ 3.2), може значно збільшувати обчислювальні витрати. Необхідно уточнити, чи проводився аналіз доцільності їх поєднання з точки зору оптимізації ефективності та ресурсозатратності алгоритму.

3. Метод аналізу та обробки ансамблів складних сигналів на основі специфічних перетворень та оптимізованих фільтрів (розділ 3) орієнтований на когнітивні мережі, проте в реальних умовах телекомунікацій важливу роль відіграють технології мультиплексування, такі як OFDM, CDMA, TDMA, що

ускладнює оцінку стійкості та ефективності запропонованого методу в умовах реальних мультисигнальних систем.

4. В дисертації розглядається ефективність багаторівневого рекурентного сегментування, однак відсутній аналіз чутливості методу до зміни характеристик середовища передачі сигналів, що не дозволяє оцінити точність обробки сигналів при варіаціях завад та нестабільності когнітивного радіосередовища.

Рецензент – **Трубчанінова Карина Артурівна**, доктор технічних наук, професор кафедри транспортного зв'язку УкрДУЗТ надала позитивний відгук з зауваженнями.

1. В розділі 2 представлено удосконалений метод багаторівневого рекурентного часового сегментування на основі часово-частотних перетворень та адаптивної фільтрації, проте не обґрунтовано яким чином забезпечується баланс між деталізацією аналізу сигналів і обчислювальними витратами. Доцільно б було додати рекомендації щодо вибору рівнів сегментації залежно від умов когнітивного середовища.

2. У підрозділі 3.4 (стор. 124) розглянуто практичну реалізацію методу сегментування з застосуванням на різних етапах методу адаптивних фільтрів, проте не наведено аналізу обчислювальної складності застосування цих фільтрів, тобто як такий алгоритм впливає на швидкість обробки в реальному часі. \

3. Представлений в розділі 4 метод багатомасштабної декомпозиції часових інтервалів та алгоритм його реалізації (стор. 143, рис. 4.2) не містить обґрунтування вибору та аналізу результативності кількості рівнів часової деталізації (автором обрано три рівня).

В ході дискусії рецензент, д.т.н., проф. Трубчанінова К.А., висловила зауваження щодо впливу вибору довжини сегментів на співвідношення сигнал/шум (SNR) та запитала дисертанта, чи можливо визначити оптимальну тривалість сегментів для різних типів сигналів з урахуванням умов їх обробки.

Також звернула увагу на механізм контролю взаємної кореляції в алгоритмі формування ансамблів сигналів, а саме, чи підтверджують

експериментальні результати, отримані в дисертації, що запропонований метод дозволяє уникнути надмірного зростання взаємної кореляції.

Рецензент – Єлізаренко Андрій Олександрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортного зв'язку УкрДУЗТ надав позитивний відгук на дисертаційну роботу з зауваженнями.

1. У розділі 2 (стор. 82–95) запропонований метод багаторівневого рекурентного часово-частотного сегментування ансамблів складних сигналів, однак не розглянуто потенційний ризик зростання кореляції між сегментами при масштабному застосуванні цього підходу. Відповідно, відсутні механізми контролю та корекції цього явища, що може впливати на ефективність формування ансамблів сигналів та їх завадостійкість.

2. У розділі 3 (стор. 95–136) запропонований метод аналізу та обробки ансамблів складних сигналів на основі специфічних перетворень та оптимізованих фільтрів. Враховуючи очевидне ускладнення інтелектуалізації алгоритму, постає питання стійкості до помилок та мінімізації втрат пакетів у великих системах керування безпроводовими мережами та застосування механізмів компенсації та корекції для зниження впливу цих факторів.

3. В дисертації недостатньо розглянуто питання балансу між ефективністю фільтрації шумів та збереженням чутливості до слабких сигналів, що потребує врахування додаткових параметрів та аспектів для оптимальної роботи алгоритму в малошумних середовищах, щоб уникнути надмірного згладжування та втрати важливих деталей сигналу.

4. У дисертаційній роботі згадується, але не представлений детальний аналіз потенційних обмежень запропонованих методів та алгоритмів, що могло б сприяти глибшому розумінню їх практичного застосування. Не очевидно, які фактори можуть обмежувати ефективність цих підходів у реальних умовах, і які шляхи мінімізації цих обмежень можуть бути запропоновані.

У ході дискусії рецензент, к.т.н., Елізаренко А.О., акцентував увагу на необхідності більш детального обґрунтування вибору підходу до аналізу

нестаціонарних сигналів та запитав, чи розглядав дисертант комбіновані методи або адаптивні трансформації, які могли б забезпечити ще кращі результати.

Також було поставлене питання щодо ефективності трирівневої моделі декомпозиції для сигналів з високою мінливістю та, чи доцільно вводити додаткові рівні для більш високої точності аналізу складних сигналів.

Озвучені зауваження та рекомендації отримали належні відповіді та коментарі здобувача, та загалом не впливають на позитивну оцінку результатів наукового дослідження В'ячеслава Бершова.

Результати відкритого голосування:

«За» 5 (п'ять членів) ради;

«Проти» 0 (немає) ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована рада № 7817 Українського державного університету залізничного транспорту присуджує **БЕРШОВУ В'ячеславу Султанбековичу** ступінь доктора філософії з галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації» за спеціальністю 172 – «Телекомунікації та радіотехніка».

Голова разової
спеціалізованої вченої ради № 7817
доктор технічних наук, професор Микола ШТОМПЕЛЬ