

## ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу Фрей Марії Миколаївни на тему:

*“Стохастичне диференціювання та віківське числення в аналізі білого шуму Леві”*,

подану на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.01.01. – математичний аналіз

Дисертаційна робота присвячена вивченню операторів стохастичного диференціювання та елементів віківського числення в аналізі білого шуму Леві. Ці дослідження належать до нескінченновимірного аналізу – доволі широкого розділу сучасної математики, визначною характеристикою якого є використання функцій та/або узагальнених функцій нескінченної кількості змінних. Слід відзначити, що активний розвиток нескінченновимірного аналізу протягом останніх десятиріч зумовлений потребами багатьох розділів математики, фізики, економіки та ін.

Класичним прикладом теорії, що належить до нескінченновимірного аналізу, є гауссівський аналіз білого шуму. Оператори стохастичного диференціювання відіграють у ньому важливу роль. Зокрема, вони тісно пов'язані із розширеним стохастичним інтегралом Скорохода та зі стохастичною похідною Хіди, і можуть застосовуватись для вивчення властивостей розширеного стохастичного інтеграла. Іншим важливим об'єктом у гауссівському аналізі є віківське числення на просторах узагальнених функцій, тобто теорія, що вивчає природні аналоги поточкового добутку (віківський добуток) і голоморфних функцій (віківські версії голоморфних функцій) на цих просторах.

Оскільки у сучасних дослідженнях природним чином виникають не лише гауссівські випадкові процеси, є потреба розбудовувати аналоги гауссівського

аналізу білого шуму для негауссівських процесів. Одним з таких аналогів є аналіз білого шуму Леві (у якому роль гауссівської міри та вінерівського процесу, похідною якого у сенсі узагальнених функцій є гауссівський білий шум, відіграють відповідно міра білого шуму Леві та процес Леві). Цей аналіз є одними з найбільш запитаних у застосуваннях, тому його розбудова, і, зокрема, побудова та дослідження у його рамках операторів стохастичного диференціювання та елементів віківського числення, є важливою та актуальною задачею.

Дисертаційна робота (загальний обсяг – 141 сторінка) містить анотацію, перелік умовних позначень, вступ, 3 розділи, висновки, список використаних джерел та додатки, в яких подано список публікацій автора за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертаційного дослідження. Наприкінці другого та третього розділів наведено висновки до цих розділів.

Перший розділ є допоміжним. В ньому здійснено огляд літератури з тематики дослідження, наведено основні поняття та позначення, подано результати інших авторів, необхідні в наступних розділах.

У другому розділі дисертації уведено та детально вивчено оператори стохастичного диференціювання на просторах регулярних основних і узагальнених функцій аналізу білого шуму Леві. Розглянуто окремо випадки, у яких згадані оператори є обмеженими та необмеженими.

У третьому розділі побудовано елементи віківського числення на просторах регулярних узагальнених функцій аналізу білого шуму Леві. Зокрема, доведено, що оператор стохастичного диференціювання першого порядку задовольняє правило Лейбніца відносно віківського множення.

Доведення лем, теорем і наслідків повні та детальні, отже, достовірність результатів роботи не викликає сумніву. Результати інших авторів, що використовуються у роботі, мають відповідні посилання.

Основні наукові результати достатньо повно відображені у 5 наукових публікаціях, з яких 3 – у виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз Scopus та/або Web of Science. Результати роботи доповідалися на 5 міжнародних та 5 всеукраїнських конференціях, а також на семінарах

факультету математики та інформатики ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника». За результатами дисертації опубліковано 10 тез доповідей на наукових конференціях.

Разом з тим дисертація не позбавлена і певних недоліків. А саме:

1. У першому розділі на ст. 33 не обов'язково доводити коректність визначення, оскільки цей розділ присвячено попереднім відомостям і він не містить результатів, отриманих дисертантом.
2. На ст. 116 використовуються міркування "за аналогією можна довести..." або "можна показати, що ...". Вважаю, що в цих випадках варто було б написати детальніше.
3. У роботі є незначні граматичні помилки та описки, зокрема на сторінках 37, 43, 55 та 92.

Втім, вказані недоліки не є суттєвими і не впливають на загальний позитивний висновок про подану до захисту роботу. Дисертація є завершеною науковою працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані результати. Робота належно оформлена, автореферат адекватно відображає зміст дисертації.

Результати дисертації мають теоретичний характер. Вони можуть бути застосовані для подальшої розбудови аналізу білого шуму Леві, зокрема, теорії стохастичних рівнянь з нелінійностями віківського типу, які використовуються, зокрема, при моделюванні багатьох фізичних процесів.

Дисертаційне дослідження є внеском у подальший розвиток аналізу білого шуму Леві.

Враховуючи вищевикладене, вважаю, що за актуальністю тематики, обсягом виконаної роботи, новизною і науковою цінністю отриманих результатів дисертаційна робота "Стохастичне диференціювання та віківське числення в аналізі білого шуму Леві" задовольняє всім вимогам пунктів 9, 11-14 "Порядку присудження наукових ступенів" (Постанова Кабінету Міністрів України No 567 від 24. 07. 2013) щодо дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук, а її авторка, Фрей

Марія Миколаївна, заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.01.01 – математичний аналіз.

Кандидат фізико-математичних наук,  
старший науковий співробітник відділу аналізу,  
геометрії та топології Інституту прикладних  
проблем механіки і математики  
ім. Я. С. Підстригача НАН України



Чернега І. В.



Підпис Чернеги І. В.  
Знач. засвідчую  
Інст. ВК  
05 " 12 2019 р.

Тернопільський національний  
університет ім. Василя Стефаника  
ІДПОР № 030215/1447  
09 12 2019