

Голові разової спеціалізованої вченої
ради
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка
Доктору фізико-математичних наук,
професору кафедри системного аналізу
та теорії прийняття рішень
факультету комп'ютерних наук та
кібернетики
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка
Наконецькому Олександру Григоровичу

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

кандидата фізико-математичних наук, доцента

Ярової Оксани Анатоліївни

на дисертаційну роботу

Нечипорука Сергія Анатолійовича

«МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ПОРОГОВИХ ПРОЦЕСІВ З ДОПОМОГОЮ СТОХАСТИЧНИХ РІВНЯНЬ ІТО ТА ІТО-СКОРОХОДА»

поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 113 «Прикладна математика»

1. Актуальність теми дисертації.

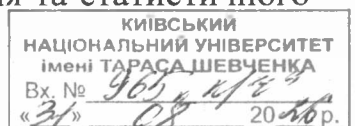
Тема дисертаційної роботи є досить актуальною, оскільки розвиток сучасних методів математичного моделювання потребує побудови моделей, здатних адекватно описувати стохастичні процеси зі складною структурою динаміки. Особливий інтерес становлять процеси, у яких зміна режиму функціонування відбувається після досягнення певних порогових значень, що потребує використання спеціальних методів їх математичного опису та статистичного аналізу.

Для дослідження таких процесів можуть бути використані стохастичні диференціальні рівняння Іто та Іто–Скорохода, які дозволяють будувати моделі як із неперервною, так і зі стрибковою складовою випадкової динаміки. Водночас однією з ключових проблем залишається побудова ефективних методів оцінювання параметрів таких моделей та аналіз їх обчислювальних властивостей.

Дисертаційна робота Нечипорука С.А. спрямована на розв'язання зазначених задач, що визначає її актуальність і практичну значущість.

2. Новизна отриманих у дисертації результатів.

Основні результати дисертаційної роботи, що виносяться на захист, спрямовані на розвиток методів математичного моделювання та статистичного



оцінювання двопорогових стохастичних процесів, які описуються рівняннями Іто та Іто–Скорохода. Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

- уперше запропоновано математичні моделі двопорогових стохастичних процесів на основі рівнянь Іто та Іто–Скорохода з трьома режимами функціонування, що дають змогу описувати процеси зі зміною динаміки залежно від досягнення порогових значень;
- уперше розроблено алгоритми оцінювання параметрів двопорогових моделей на основі наближеного методу максимальної правдоподібності, які забезпечують оцінювання параметрів процесу в кожному режимі та визначення порогових значень, а також досліджено чисельну збіжність запропонованої ітераційної процедури;
- уперше побудовано модель двопорогового процесу зі стрибковою компонентою на основі рівняння Іто–Скорохода, що дозволило врахувати раптові зміни стану системи та розширити можливості моделювання реальних процесів;
- обґрунтовано коректність отриманих статистичних оцінок параметрів, доведено консистентність та асимптотичну нормальність оцінок параметрів дрейфу і дифузії за фіксованих порогових значень;
- уперше розроблено програмне забезпечення для моделювання двопорогових процесів та оцінювання їх параметрів, яке забезпечує проведення чисельних експериментів, аналіз отриманих результатів і їх графічну візуалізацію.

3. Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації.

Основні наукові положення, висновки та рекомендації дисертаційної роботи є достатньою мірою обґрунтованими. Достовірність отриманих результатів забезпечується коректністю математичних постановок досліджуваних задач, використанням сучасного апарату стохастичних диференціальних рівнянь Іто та Іто–Скорохода, а також теоретичним обґрунтуванням запропонованих методів оцінювання параметрів. Окрему увагу в роботі приділено обґрунтуванню коректності отриманих статистичних оцінок.

Наведені в дисертації результати чисельних експериментів на синтетичних і реальних даних підтверджують теоретичні положення та ефективність запропонованого підходу.

4. Практична цінність отриманих результатів

Результати дисертаційної роботи можуть бути використані при створенні програмного забезпечення для моделювання та аналізу двопорогових стохастичних процесів у фінансовій, економічній та технічній сферах. Запропоновані математичні моделі й алгоритми можуть застосовуватися для оцінювання параметрів процесів зі зміною режимів функціонування, аналізу часових рядів та дослідження динаміки складних стохастичних систем. Перспективним напрямом використання отриманих результатів є побудова

інформаційно-аналітичних систем, у яких застосовуються методи математичного моделювання та статистичного оцінювання стохастичних процесів.

5. Повнота викладення основних результатів дисертації в опублікованих працях.

Основні результати дисертаційної роботи достатньо повно відображено у 4 наукових статтях, з яких 2 опубліковано у виданнях, що індексуються в наукометричній базі Scopus, а 2 — у наукових фахових виданнях України. Результати дослідження також пройшли апробацію на 3 всеукраїнських і міжнародних наукових конференціях. Публікації дисертанта відповідають вимогам, встановленим Порядком присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року. Опубліковані праці повною мірою відображають основні положення та результати дисертаційної роботи.

6. Структура та оформлення дисертації.

Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел, а також анотацій українською та англійською мовами.

У першому розділі розглянуто двопорогову модель стохастичного процесу на основі рівняння Іто, побудовану на базі процесу Орнштейна–Уленбека. Запропоновано метод оцінювання параметрів моделі, досліджено властивості отриманих оцінок та наведено результати чисельних експериментів.

У другому розділі побудовано двопорогову модель стохастичного процесу на основі рівняння Іто–Скорохода із використанням процесу Леві та стрибкової компоненти. Розроблено метод оцінювання параметрів, досліджено чисельну збіжність ітераційного процесу та наведено результати тестування запропонованого підходу.

У третьому розділі розглянуто практичне застосування розроблених математичних моделей та алгоритмів, описано методику їх використання, наведено результати досліджень на синтетичних і реальних фінансових даних та проведено аналіз отриманих результатів.

Дисертацію викладено грамотною українською мовою в науковому стилі. Робота оформлена відповідно до вимог Наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (зі змінами) та відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12.01.2022.

7. Академічна доброчесність.

Порушень принципів академічної доброчесності в поданому на розгляд тексті дисертації Нечипорука С.А. не виявлено.

8. Зауваження.

Дисертаційна робота виконана на належному науковому рівні, але є декілька зауважень до дисертації:

1. У роботі варто було б детальніше проаналізувати особливості оцінювання параметрів у випадках, коли порогові значення є близькими між собою або процес тривалий час перебуває в одному режимі.
2. Доцільно було б більше дослідити вплив окремих параметрів моделі на властивості отриманих статистичних оцінок, для того, щоб повніше охарактеризувати запропонований математичний підхід.
3. У роботі потрібно було б детальніше дослідити чутливість запропонованого алгоритму оцінювання до вибору початкових наближень та параметрів ітераційної процедури, оскільки це дозволило б краще оцінити особливості його практичного застосування.
4. У роботі наявна незначна кількість стилістичних та пунктуаційних неточностей, які не впливають на загальне сприйняття матеріалу та не знижують наукової цінності дисертаційного дослідження.

Висновок.

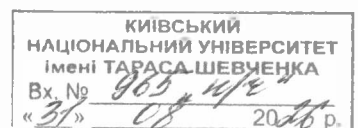
Вважаю, що дисертаційна робота Нечипорука Сергія Анатолійовича «Моделювання та аналіз порогових процесів з допомогою стохастичних рівнянь Іто та Іто–Скорохода» є завершеною науковою працею, яка має теоретичне та практичне значення і присвячена актуальній проблемі математичного моделювання та статистичного оцінювання двопорогових стохастичних процесів.

Дисертація повністю відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року.

Нечипорук Сергій Анатолійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 11 «Математика та статистика» за спеціальністю 113 «Прикладна математика».

Офіційний опонент:

Кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри математичної статистики
і диференціальних рівнянь
механіко-математичного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка



Оксана ЯРОВА



Прийнято *Ярова О. Анатолійович*
Нечипорук Сергій Анатолійович
про присудження ступеня доктора філософії
у галузі знань 11 «Математика та статистика»
за спеціальністю 113 «Прикладна математика»
Оксана Ярова