

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

доктора технічних наук, професора

СВЕРСТЮКА АНДРІЯ СТЕПАНОВИЧА

на дисертаційну роботу

Нечипорука Сергія Анатолійовича

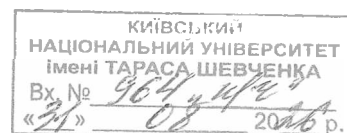
**«МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ПОРОГОВИХ ПРОЦЕСІВ З
ДОПОМОГОЮ СТОХАСТИЧНИХ РІВНЯНЬ ІТО ТА ІТО-СКОРОХОДА»**

поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 113 «Прикладна математика»

1. Актуальність теми дисертаційної роботи.

Тема дисертаційної роботи є актуальною, оскільки сучасні задачі математичного моделювання дедалі частіше потребують використання стохастичних моделей, здатних адекватно описувати процеси зі зміною режимів функціонування та випадковими збуреннями. У багатьох прикладних задачах фінансової математики, економіки, технічних і природничих систем спостережувані процеси характеризуються як неперервними випадковими коливаннями, так і раптовими змінами динаміки, що істотно ускладнює їх математичний опис і статистичне дослідження.



Стохастичні диференціальні рівняння Іто та Іто–Скорохода є математичним апаратом для побудови та оцінювання порогових стохастичних моделей, оскільки дозволяють описувати процеси зі зміною режимів поведінки та випадковими збуреннями. Не менш важливою є проблема побудови ефективних методів статистичного оцінювання параметрів таких моделей, оскільки від точності їх визначення значною мірою залежить можливість подальшого аналізу та прогнозування поведінки досліджуваних систем.

У зв'язку з цим дисертаційне дослідження, присвячене розробленню математичних моделей двопорогових стохастичних процесів, методів оцінювання їх параметрів та аналізу отриманих результатів, відповідає сучасним тенденціям розвитку прикладної математики та є актуальним як з теоретичної, так і з практичної точки зору.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, темами.

Дисертаційна робота Нечипорука Сергія Анатолійовича виконана на кафедрі економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій Національного університету “Острозька академія” Міністерства освіти і науки України у рамках науково-дослідної роботи “Математичні методи, моделі та інформаційні технології в освіті, науці, бізнесі” (номер державної реєстрації: 0123U103522, термін виконання 09.2023 - 08.2028 рр.

3. Наукова новизна результатів дисертаційної роботи.

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 такому:

- 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.

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

Вважаю, що основні наукові положення, висновки та рекомендації дисертаційної роботи є достатньо обґрунтованими та достовірними. Коректність отриманих теоретичних результатів забезпечується використанням сучасного математичного апарату стохастичних диференціальних рівнянь Іто та Іто–Скорохода, обґрунтуванням запропонованих методів оцінювання параметрів і дослідженням чисельної збіжності ітераційних процедур.

Достовірність отриманих результатів підтверджується проведеними чисельними експериментами на синтетичних і реальних даних, які засвідчують працездатність та ефективність запропонованих моделей і алгоритмів.

У сукупності це дає підстави вважати наукові положення дисертації достовірними, а сформульовані рекомендації — обґрунтованими.

5. Практична цінність отриманих результатів.

Розроблені в дисертаційній роботі математичні моделі, методи оцінювання параметрів та алгоритми можуть бути використані при створенні програмного забезпечення для моделювання й аналізу стохастичних процесів у фінансовій, економічній та технічній сферах. Запропонований підхід може бути застосований для дослідження процесів зі зміною режимів функціонування, прогнозування їх поведінки та аналізу систем, динаміка яких характеризується пороговими ефектами і випадковими збуреннями.

6. Повнота викладення основних результатів дисертації в опублікованих працях.

Основні результати дисертації викладено у 4 наукових статтях, 2 з яких опубліковано у виданнях, що індексуються в наукометричній базі Scopus, а 2 — у наукових фахових виданнях України. Результати дисертаційної роботи також апробовано 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 матеріали в повній мірі висвітлюють основні результати дисертаційної роботи.

7. Структура та оформлення дисертації.

Дисертаційна робота складається з анотацій українською та англійською мовами, вступу, трьох розділів, висновків і списку використаних джерел. Роботу викладено українською мовою, її структура є логічною та відповідає поставленим меті й завданням дослідження.

Загальний обсяг роботи складає 147 сторінок, з яких 110 сторінок основного тексту. Робота містить 21 рисунок, 6 таблиць; список використаних джерел зі 71 найменування на 7 сторінках.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, визначено мету, п'ять взаємопов'язаних завдань, об'єкт, предмет і методи дослідження, сформульовано наукову новизну, практичне значення, інформацію про особистий внесок здобувача, апробацію матеріалів дисертації, публікації, структуру та обсяг дисертаційної роботи. Поставлені завдання відповідають меті й послідовно розв'язуються в основних розділах.

У першому розділі побудовано двопорогову модель стохастичного процесу на основі рівняння Іто, розроблено метод оцінювання її параметрів та досліджено властивості отриманих оцінок. У другому розділі запропоновано двопорогову модель на основі рівняння Іто–Скорохода зі стрибковою компонентою, розроблено метод оцінювання параметрів та досліджено чисельну збіжність ітераційного процесу. Третій розділ присвячено практичній реалізації запропонованих моделей і алгоритмів, а також аналізу результатів їх застосування на синтетичних та реальних фінансових даних.

Дисертація оформлена відповідно до встановлених вимог, матеріал викладено послідовно, а отримані результати належним чином проілюстровано таблицями та рисунками.

8. Оцінка дотримання академічної доброчесності.

Дисертація є самостійно виконаною науковою працею. Аналіз її змісту, структури, використаних джерел і опублікованих праць дає підстави вважати, що основні положення, результати чисельного випробування розробленої моделі на основі різних наборів даних отримані здобувачем особисто або за його безпосередньої участі, належним чином конкретизовані для спільних публікацій. Запозичені теоретичні положення, методи й фактичні дані супроводжуються посиланнями на відповідні джерела.

Порушень принципів академічної доброчесності, самоплагіату, фабрикації чи фальсифікації результатів наукового дослідження у тексті дисертаційної роботи Нечипорука Сергія Анатолійовича не виявлено.

9. Зауваження.

1. У роботі доцільно було б навести більш детальне порівняння запропонованого підходу до оцінювання параметрів із іншими сучасними методами статистичного оцінювання порогових стохастичних процесів, що дало б змогу повніше оцінити переваги та обмеження запропонованих алгоритмів.

2. Підпис до рис. 1.3 “Графічне представлення алгоритму” не містить назви алгоритму. На рис. 1.4 та 1.5 не наведено одиниць вимірювання $X(t)$. Одну із частин кожного із рисунків потрібно було позначити літерою «а», іншу – «б».

3. На першій частині рисунка 2.3 внизу незрозумілий підпис «Нижній режим», який відповідає на другій частині даного рисунка «Верхній зоні». «Нижня зона» відображена у верхній частині рисунка, що пов’язано із накладанням легенди рисунка із графіком отриманих результатів тестування.

4. Доцільно було б детальніше проаналізувати вплив наближень, використаних при побудові критерію максимальної правдоподібності, на точність оцінювання параметрів досліджуваних моделей.

5. У формулах 2.11, 2.15, 2.18, 2.21, 2.22, 2.23 знаки деяких операцій, на яких виникав розрив, не продубльовано в кінці попереднього рядка.

6. Практичну цінність роботи посилило б розширення експериментальної частини за рахунок дослідження більшої кількості реальних часових рядів із різних предметних областей, що дозволило б ширше продемонструвати універсальність запропонованого підходу.

Загальний висновок.

Дисертаційна робота Нечипорука Сергія Анатолійовича «Моделювання та аналіз порогових процесів з допомогою стохастичних рівнянь Іто та Іто–Скорохода» є завершеною науковою працею. У роботі отримано нові науково обґрунтовані результати, що мають теоретичне та практичне значення. Дисертацію присвячено актуальній науковій проблемі розроблення математичних моделей і методів оцінювання параметрів двопорогових стохастичних процесів на основі рівнянь Іто та Іто–Скорохода.

За актуальністю, ступенем наукової новизни, обґрунтованістю та достовірністю результатів, теоретичним і практичним значенням, повнотою їх оприлюднення та якістю оформлення дисертаційна робота 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, а її автор Нечипорук Сергій Анатолійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 11 «Математика та статистика» за спеціальністю 113 «Прикладна математика».

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
професор закладу вищої освіти кафедри медичної інформатики
Тернопільського національного медичного університету
імені І.Я. Горбачевського



Андрій СВЕРСТЮК

Підпис доктора технічних наук, професора,
професора закладу вищої освіти кафедри медичної інформатики
Тернопільського національного медичного університету
імені І.Я. Горбачевського
з а в і р я ю:

Секретар Вченої ради
Тернопільського національного медичного університету
імені І.Я. Горбачевського
доктор медичних наук, професор



Ілля ГЕРАСИМЮК

