

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу **Богданова Олександра Вячеславовича** «**Моделі і методи стохастичної оптимізації та керування у математичній епідеміології**», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю **113 «Прикладна математика»**.

1. Актуальність обраної теми дисертації.

Нещодавній довготривалий перебіг пандемії Covid-19 став для людства величезним викликом світового масштабу. Багатомільйонні людські втрати та суттєві економічні збитки показали, що уряди усіх без винятку країн виявились не готові до швидких ефективних рішень щодо боротьби з пандемією та запобіганню розповсюдженню підступної хвороби. Це сталося багато в чому через те, що пандемія Covid-19 мала ряд особливостей, з якими людство не стикалося раніше, а також тому, що виявилось багато недоліків у відомих методах та прийнятих методологіях боротьби з епідеміями. Все це зумовило необхідність розробки нових ефективних методів та засобів в галузі епідеміології, в тому числі у математичній епідеміології. Саме цій проблематиці присвячено дану дисертаційну роботу. Тому її актуальність не викликає жодного сумніву.

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

Дисертаційна робота виконана у відповідності з планами науково-дослідних робіт Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова:

– ММ/ВКМ 130.28.22 «Розробити методи стохастичного моделювання для підтримки епідемічної безпеки, прогнозування та мінімізації ризиків сучасних біозагроз» (державний реєстраційний номер 0122U200267);

– ВП 130.24 «Розробити робастні методи нелінійного та квантильного регресійного аналізу для стохастичних систем за наявності апріорних обмежень на невідомі параметри» (державний реєстраційний номер 0121U109630);

– проєкт 20.02/0121 «Аналітичні методи та машинне навчання в теорії керування і прийнятті рішень за умов конфлікту та невизначеності» (проєкт Національного фонду досліджень України, державний реєстраційний номер 0123U102943).

3. Наукова новизна одержаних результатів.

У дисертаційній роботі розроблено стохастичні моделі та методи оцінювання, прогнозування та керування складаними епідеміологічними системами, що спрямовані на підтримку прийняття обґрунтованих рішень щодо попередження потенційних і усунення наявних загроз епідемічної безпеки України. Отримано такі основні наукові і практичні результати.

Запропоновано стохастичні модифікації детермінованих моделей типу SEIR та SIR, що враховують випадкові збурення, тип епідемій та можливості вакцинації. Знайдено умови існування оптимальних стратегій вакцинації за

критерієм мінімізації функціонала, що залежить від передбаченої кількості хворих та витрат, пов'язаних з вакцинацією.

Змодельовано три сценарії розповсюдження пандемії Covid-19 в Україні, що враховують гальмування процесу інфікування, пов'язаного з профілактичними заходами щодо попередження епідемії, наявність частини безсимптомних та легких хворих, неоднорідність регіонів України та різні умови протікання в них епідемії.

Розроблено розширений варіант біноміальної моделі, що враховує такий суттєвий додатковий параметр, як ймовірність виявлення захворювання.

Створено програмні коди оцінки параметрів моделі на основі існуючої попередньої статистики перебігу епідемії для прогнозування її подальшого розвитку.

Знайдено важливі оцінки тривалості епідемії та загальних витрат через епідемію, що складаються із загальної вартості ліків та збитків в результаті смертей.

4. Практичне значення отриманих результатів полягає в можливості їх використання для прогнозування кількості захворювань, смертей та збитків від епідемій, визначення оптимальних стратегій вакцинації та економічного обґрунтування стратегій лікування.

5. Ступінь обґрунтованості основних положень та висновків дисертації.

Основні наукові положення, висновки, рекомендації дисертаційної роботи мають належне математичне та методологічне обґрунтування.

Структура дисертаційного дослідження логічна, послідовна і у повному обсязі розкриває тему.

6. Повнота викладення наукових положень та висновків в опублікованих працях.

Сутність основних отриманих результатів виконаного дослідження та їх наукова новизна достатньо повно відображені у п'яти наукових статтях, три з яких входять до наукометричної бази даних Scopus.

Крім того результати проведеного дослідження доповідалися на п'яти міжнародних наукових конференціях та відображені у відповідних друкованих матеріалах цих конференцій.

Основні наукові положення та висновки чітко сформульовано відповідно поставленим задачам наукової роботи.

7. Недоліки дисертації щодо її змісту і оформлення.

Суттєвих недоліків щодо змісту і оформлення дисертації не вбачаю. Наведу лише декілька зауважень.

1. Перший розділ роботи дещо перенасичений довідковими матеріалами, які не є необхідними для подальшого викладення одержаних результатів.

2. Оскільки вважаю, що важливою перевагою роботи є доведення суто математичних результатів до програмних кодів, то хотілось би мати більш детальний їх опис.

3. У подальших дослідженнях автору можна побажати звернути увагу на моделювання випадкових явищ, які характеризуються більш складною, можливо, стрибкоподібною структурою.

Наведені зауваження в жодному разі не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

8. Рекомендації щодо впровадження результатів дисертаційного дослідження в практику.

Отримані результати можуть бути застосовані в адміністративних органах влади державного та регіонального рівня, що відповідають за епідеміологічну ситуацію. Цьому сприятиме та обставина, що розроблені моделі та методи доведені до програмних кодів.

Результати дослідження можуть також бути включені до навчально-методичного забезпечення відповідних навчальних курсів студентів ІТ спеціальностей у вигляді лекційних матеріалів, методичних рекомендацій, тощо.

9. Відповідність дисертації встановленим вимогам.

Дисертаційна робота **Богданова Олександра Вячеславовича «Моделі і методи стохастичної оптимізації та керування у математичній епідеміології»** на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю **113 «Прикладна математика»** є суттєвим внеском в теорію і практику математичної епідеміології.

Зважаючи на вищесказане, дисертація **Богданова О.В.** за актуальністю, об'ємом і рівнем проведених досліджень, науковою новизною і практичною значимістю 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 заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 «Прикладна математика».

Завідувач відділу методів системного моделювання
Інституту кібернетики НАН України
доктор фізико-математичних наук,
старший науковий співробітник



Володимир ПЕПЕЛЯЄВ

