

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертацію Маєвського О.В. «Моделювання природних систем типу «хижак – жертва» в умовах екологічного забруднення території», поданої на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

У дисертаційній роботі Маєвського О.В. досліджуються проблеми математичного моделювання і прогнозування екологічних процесів, зокрема, пов'язаних із взаємодіями «хижак – жертва». Актуальність обраної теми дисертаційного дослідження обґрунтовується тим, що наявні математичні моделі досліджуваних процесів є недостатньо адекватними і вимагають додаткових досліджень як у напрямку оцінювання даних додаткових натурних спостережень так і у напрямку багатокритеріальної оптимізації робочих моделей. Проведеними дослідженнями підтверджено, що наявні математичні моделі адекватно відображають досліджувані процеси лише за деяких стабільних умов зовнішнього середовища і виявляються неадекватними за звичайних нестабільних умов змінного зовнішнього середовища. У роботі також виявлені недоліки математичних моделей, що описують динамічні процеси взаємодії природних підсистем «хижак – жертва», і будуються більш адекватні модифікації наявних математичних моделей з урахуванням впливу додаткових факторів навколишнього середовища на динаміку чисельності взаємодіючих хижаків та жертв. Практичні потреби побудови більш адекватних математичних моделей, необхідних для вирішення проблем прогнозування динаміки чисельності хижака-жертви з метою забезпечення раціонального використання природних і матеріальних ресурсів за сценаріями імовірного характеру розвитку природних систем, а також створені нові математичні моделі, які враховують фактори впливу навколишнього середовища на процеси динаміки чисельності хижака-жертви, та створені методи оцінювання фактора впливу навколишнього середовища на практичне розв'язання задач ідентифікації параметрів робочих моделей за статистичними даними натурних спостережень, визначають актуальність обраної теми дисертаційного дослідження.

У першому розділі дисертаційної роботи описується історичний розвиток науки математичного моделювання екологічних процесів у побудові спрощених математичних моделей процесів динаміки екосистем, що описуються звичайними диференційними рівняннями. Аналізуються основні закономірності та наявні недоліки таких моделей, як: математична модель з

37018Bx161

17.06.2016

обмеженим зростанням, модель з внутрішньо видовою конкуренцією, модель з найменшою критичною чисельністю, моделі взаємодіючих підсистем хижак-жертва та модель, що включає фактори хаотичної взаємодії складових елементів екосистеми на визначеній території.

У другому розділі описуються аналітичні розв'язки спрощених моделей, удосконалюються модифікації моделей прогнозування взаємодіючих процесів «хижак – жертва» з урахуванням ефекту дифузії та інших факторів впливу навколишнього середовища, включаючи фактори впливу ймовірного характеру.

У третьому розділі описано існуючі методи обліку хижаків-жертв на території України, зокрема, комбінаторні методи оцінювання ймовірнісних характеристик даних про чисельність популяцій хижаків-жертв, аналізуються недоліки наявних методів та даються рекомендації щодо підвищення точності оцінювання на основі використання фактичних результатів обліку та відомих апріорних залежностей про взаємодіючі процеси хижаки-жертви.

У четвертому розділі розв'язується задача оцінювання параметрів систем диференціальних рівнянь, що описують наявні та запропоновані математичні моделі природних підсистем «хижак – жертва» з урахуванням ефекту дифузії. Враховуючи складність природних систем як об'єктів системного характеру з відносно невеликим об'ємом достовірної інформації, розглянуто окремі стани природних систем «хижак – жертва» для різних типів пар хижака та жертви і окремо жертв. Враховано вплив похибок наявних статистичних даних на результати моделювання. Для підвищення ефективності обліку хижаків та жертв розроблено відповідне програмне забезпечення. Достовірність отриманих результатів відображена у графічних матеріалах проведених чисельних експериментів. У параграфі 4.6 висвітлено особливості математичних моделей типу «хижак – жертва» з урахуванням ефекту дифузії і відображено його за допомогою моделі дифузії, що призводить до формування ланцюгів Маркова з відповідними ймовірностями переходів. Доведено, що застосування запропонованої моделі дозволяє зменшити відносну середню похибку результатів моделювання для взаємодіючих пар жертв та хижака.

Виявлено, що використання існуючих математичних моделей супроводжується значними величинами дисперсій для щільності хижаків та жертв, що збільшує ймовірність значних відхилень від середніх значень щільності, і описується перевага запропонованої математичної моделі з врахуванням ефекту дифузії, яка забезпечує зменшення дисперсії значень розподілу щільності хижака і жертви (при цьому забезпечується прогнозування розподілу щільності хижака і жертви в контрольних точках з кроком 20 км в

обраному напрямку із середньою відносною похибкою 14,93% для жертв і 1,5% для хижака).

В цілому дисертаційна робота Маєвського О.В. є завершеним науковим дослідженням. Висновки є науково обґрунтованими і відповідають змісту дисертації. Автореферат ідентично відображає зміст дисертації.

Основні положення дисертації опубліковані в 24 наукових працях, із них 11 у фахових виданнях.

Наукова новизна.

Розроблено математичну модель взаємодії «хижак – жертва», яка відрізняється від відомої наявністю компонентів, які враховують вплив зовнішнього середовища, і цим підвищується її адекватність у відображенні динаміки таких процесів у природних системах.

Розроблено математичну модель динаміки взаємодіючих природних систем «хижак – жертва» з врахуванням ефекту дифузії, яка відрізняється від відомої моделі використанням додаткових факторів впливу середовища і підвищує точність прогнозування розподілу хижаків та жертв на визначених територіях.

Обґрунтовано доцільність застосування побудованих моделей для вивчення процесів динаміки чисельності хижака та жертв в природних системах взаємодії «хижак – жертва» з урахуванням впливу зовнішнього середовища.

Отримані наукові результати відповідають спеціальності 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи (технічні науки) та вирішують науково-прикладну задачу підвищення ефективності моделювання процесів динаміки природних систем типу «хижак – жертва» шляхом розробки математичних моделей із заданими початковими умовами на просторово-часовій області моделювання, які враховують фактори впливу навколишнього середовища та дозволяють прогнозування процесу динаміки зазначених природних систем на прийнятний термін.

Практична цінність отриманих результатів.

Запропоновані математичні моделі дозволяють наближено прогнозувати динаміку чисельності хижаків і жертв та їх розподіл на досліджуваній території.

Результати досліджень використовуються в навчальному процесі Житомирського національного агроекологічного університету (згідно акту впровадження, 2012 р.).

Науково-практичні здобутки дисертації впроваджені у робочий процес Народицького спецлісгоспу (згідно акту впровадження, 2012 р.).

Зауваження.

1. У роботі є математично нечіткі чи граматично помилкові формулювання, наприклад:
 - (1) «розв'язано задачу Коші з частковою невизначеністю в початкових умовах» (стр. 7) (це як би сказати «ромб з нерівними сторонами»);
 - (2) «Недоліки математичної функції Ферхюльста – її евристичне походження і неповне відображення втрат» (стр. 13) («евристичні походження» не є недоліками);
 - (3) «в дисертаційній роботі використовується методологія, яка базується на теорії розвитку систем» (стр. 14) (слабообґрунтовано);
 - (4) замість слова «розв'язок» у дисертаційній роботі скрізь написано або невірне слово «рішення» або невірне слово «вирішення».
2. Деякі поняття визначаються без належної математичної строгості, наприклад, про «динаміку популяції» читаємо таке поверхове (стор. 15):

«Найважливішою характеристикою динаміки популяції є швидкість росту числа особин [3]. Динаміку популяції можна визначити, знаючи:

 - 1) швидкість зростання числа особин у популяції;
 - 2) залежність народжуваності [2], смертності від числа особин певного виду і числа особин інших видів [3]»,а про «швидкість зростання» популяції написано так:

$$\text{«У наведеному лінійному рівнянні } \frac{dx}{dt} = rx \quad (1.1) \text{ аналізуємо}$$

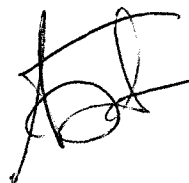
швидкість зростання популяції, яка представляє по суті збільшення кількості особин популяції за деякий часовий проміжок». ... «Для того, щоб зростання популяції відповідало наведеній моделі, коефіцієнт r має бути сталим, в тому значенні, що має бути сталою середня величина кількості нащадків на одну особину (при $r=0$, умова, при якій народжуваність прирівнюється до смертності, то чисельність популяції не збільшується)». ... «Миттєву швидкість зростання популяції отримуємо за допомогою граничного переходу $\frac{dx}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$.» ... «У практичному застосуванні майже завжди використовують середню швидкість зростання». Із цього написаного маємо робити висновок, що всі математичні моделі, які основані на використанні поняття «швидкість зростання популяції» (і яку автор з нез'ясованих причин відрізняє від «миттєвої швидкості зростання популяції»), мало використовуються, оскільки «майже завжди

використовують середню швидкість зростання». (невже математична модель майже завжди є зайвою (?))

3. Назва параграфу 1.2 не відповідає його змісту.
4. Є дещо необґрунтовані та нечітко сформульовані висновки до першого розділу, наприклад «Результати аналізу математичних моделей динаміки популяцій свідчать про необхідність вдосконалення найбільш поширених математичних моделей в основі яких лежить функція Ферхюльста та яка має ряд недоліків.».
5. Бажано глибше обґрунтувати поверховий зв'язок моделі (2.22) із моделлю кількості особин для конкретної популяції (2.23).
6. Описані властивості аналітичних розв'язків математичних задач у другому розділі бажано було б більш детально інтерпретувати на прикладах досліджуваних популяцій.

Приведені зауваження не впливають на загальну оцінку виконаної дисертаційної роботи Маєвського О.В. «Моделювання природних систем типу «хижак – жертва» в умовах екологічного забруднення територій», яка відповідає спеціальності 01.05.02 – «Математичне моделювання та обчислювальні методи» та пункту 13 «Порядку присудження наукових ступенів та присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», а її автор заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за обраною спеціальністю.


Професор, доктор технічних наук,
професор кафедри математичної фізики
Національного технічного університету
України «КПІ» МОН України

 І.В. Бейко

Підпис проф. Бейка І.В. засвідчено

Взекний с
університ



 Смельницький А.А.