

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію САТУР Оксани Романівни

“Аналіз поведінки траєкторій в моделях складних динамічних систем з притягальною взаємодією” на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 111 – математика

Дисертаційна робота Сатур Оксани Романівни “Аналіз поведінки траєкторій в моделях складних динамічних систем з притягальною взаємодією” присвячена важливим проблемам математики і механіки, а саме, дослідженню проблем стійкості та коливань механічних систем, що описані різницевиими рівняннями. Задачі такого типу є типовими при дослідженні проблем керування та стабілізації динамічних систем. До задач такого типу приводять численні проблеми, що пов’язані з дослідженням математичних моделей в механіці, фізиці, керуванні технічними процесами. Таким чином, проблема, що розглядається в дисертаційній роботі, є **актуальною**.

Дисертація складається із анотації українською та англійською мовами, вступу (загальної характеристики роботи), трьох розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатку.

У **вступі** обґрунтовано актуальність проблеми, сформульовано мету і задачі роботи, визначено методи дослідження, наукову новизну результатів, практичне та теоретичне значення одержаних результатів. Наведено особистий внесок здобувача та список конференцій та семінарів, на яких проводилась апробація отриманих результатів.

Перший розділ досить короткий. Він має оглядовий характер. Наведено історію виникнення математичних моделей конфліктних ситуацій, зокрема моделі Лотки-Вольтерра, Нікольсона-Бейлі. На стор. 30 наведено узагальнену динамічну модель конфліктно-взаємодіючих процесів. Деталізація цієї моделі, що використовується далі, описана на стор. 30. По суті, запропоновані моделі являють собою різницеві рівняння спеціального вигляду.

Основний зміст дисертації зосереджено у другому та особливо у третьому розділах.

У **другому розділі** (він складається з чотирьох підрозділів і містить 25 сторінок) розглядаються динамічні системи конфлікту із взаємодією

притягання. Розглядається деталізація (2.1)-(2.3) запропонованих в попередньому розділі моделей. Стверджується, що “взаємодія (2.2) є притягальною”. Досить детально розглянута асимптотика граничних станів двокомпонентних систем. В теоремі 2.1 доведено існування границі послідовності, що визначається динамічною системою (2.5), (2.6). Далі в теоремі 2.2. доводиться, що граничний стан є нерухомою точкою. Поширення отриманих результатів на багатоконпонентні системи проведено в розділі 2.3. В теоремах 2.6, 2.8 доводиться, що кожна траєкторія динамічної багатоконпонентної системи збігається до нерухомого граничного стану. На стор. 49-52 наведені чисельні малюнки, що ілюструють отримані в розділі результати. Як правило, при дослідженні динамічних систем різної природи дослідження та побудова фазового портрету вимагає знаходження як особливих точок (або многовидів), так і періодичних траєкторій. У розділі 2.4 досліджуються умови існування граничних циклів.

В теоремах 2.12, 2.13 отримано умови існування граничних циклів. Як і в попередньому параграфі, наведено чисельні ілюстрації теоретичних результатів.

Третій розділ. Найбільш змістовним є третій розділ (стор.57-117). Він присвячений деяким конкретним моделям динамічних систем. Розглянуто такі цікаві питання, як проблеми досягнення консенсусу (двох і багатьох опонентів) проблема достовірної події в багатоконпонентних динамічних системах, математичне моделювання розподілів біологічних популяцій. Спочатку розглянута двовимірна модель прийняття бінарних рішень у випадку двох опонентів. Досліджено (теорема 3.1) залежність фазового портрету системи від початкового стану, тобто по суті досліджено фазовий портрет системи на площині. Поширення отриманих результатів на багатовимірні системи отримано в твердженнях 3.2, 3.3.

Розглянуто частинні види системи, зокрема у вигляді (3.9). Використовуючи, так званий метод середнього поля. Доведено, що кожна траєкторія системи вигляду (3.9) збігається до “стану консенсусу” (теорема 3.4).

В розділі 3.2. досліджена проблема достовірної події в багатоконпонентних динамічних системах. Системи описуються ітераційними залежностями (3.11). Наведено умови на початкові стани системи (теорема 3.5, 3.6, 3.7) при виконанні яких граничний стан рівноваги

системи є нульовим. В розділі 3.3. досліджено виникнення точкового спектру у граничних розподілах динамічних системах конфлікту. Система описана досить складними нелінійними співвідношеннями (3.36)-(3.3.40). У загальному випадку дослідження динамічних систем такого вигляду є досить складною задачею. В лемі 3.18 проведено дослідження регіону збіжності.

Результати, що одержані в дисертаційній роботі Сатур О.Р., мають як теоретичну, так і практичну значимість. Вони є подальшим розвитком теорії динамічних систем, що описані стохастичними різницевиими рівняннями спеціального вигляду.

Основні результати опубліковані в 6 статтях у наукових виданнях, внесених до переліку наукових фахових видань України і 5 працях конференцій. Серед них 3 статті, що входять до наукометричної бази Scopus та 4 статті у журналах, що входять до категорії А.

Дисертація пройшла дуже хорошу апробацію. По результатах роботи зроблені доповіді на багатьох представницьких вітчизняних та міжнародних конференціях і семінарах.

Зміст дисертації повністю відповідає спеціальності 111 – математика. В ній знайшли місце як традиційні проблеми різницевих рівнянь, так і сучасні проблеми теорії динамічних систем.

Слід відзначити відмінне оформлення роботи. Викладення результатів проводиться коротко та чітко. Всі одержані результати доведені класично строго та аргументовано. Спочатку приведено відомі результати та посилання на них. Список літератури, на яку посилається авторка, достатньо повний і добре відображає стан проблеми.

На підставі аналізу дисертації в цілому, виступів авторки на наукових конференціях і семінарах та особистої бесіди вважаю, що наукова кваліфікація Сатур О.Р. відповідає кваліфікації доктора філософії.

До зауважень слід віднести наступне

1. Доцільно було привести формулювання таких відомих понять, як динамічна система (в класичному розумінні), атрактор динамічної системи, особливі точки, періодичні розв'язки.
2. Як правило, при дослідженні динамічних систем використовується метод лінеаризації системи в околі особливої точки. Бажано було б згадати про це і провести якісь порівняння.

3. Одним з фундаментальних методів дослідження динамічних систем є другий метод Ляпунова. Треба було порівняти його можливості при дослідженні систем, що проводить авторка.

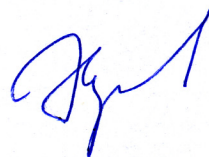
Але приведені недоліки мають, в основному, методичний характер і не впливають на загальну позитивну оцінку роботи в цілому.

На підставі наведеного вважаю, що:

- дисертаційна робота «Аналіз поведінки траєкторій в моделях складних динамічних систем з притягальною взаємодією» є роботою, самостійно підготовленою дисертанткою;
- повністю відповідає спеціальності 111 – математика;
- дисертанткою одержані значні результати в області моделювання та дослідження динамічних систем, що описані системами нелінійних різницевих рівнянь, сукупність яких є значним досягненням в розвитку теорії нелінійних динамічних систем.

Вважаю, що дисертаційна робота «Аналіз поведінки траєкторій в моделях складних динамічних систем з притягальною взаємодією» за обсягом проведених наукових досліджень, їх актуальністю, науковим рівнем, значимістю та кількістю і якістю публікацій задовольняє всі вимоги Постанови Кабінету Міністрів України № 167 від 6 березня 2019 р. «Про проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» (із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ № 979 від 21 жовтня 2020 р.), а її авторка Сатур Оксана Романівна заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 111 – математика.

Професор
кафедри моделювання складних систем
факультету кібернетики
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка,
доктор фізико-математичних наук



Хусаїнов Д.Я.

ПІСЬМОВИЙ ЗАСІДНИК
ВЧЕННИЙ СЕКРЕТАР НАЧ
КАРАУЛЬНА Н.В.
01.02.2021р.



Караульнова
9.02.2021р.