

ВІДГУК

офіційного опонента Швеця О.Ю. на дисертаційну роботу Лебеденко Яни Олександрівни на тему «Дослідження резонансних стаціонарних режимів та перехідних процесів у нелінійних системах з обмеженою потужністю», представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 11 Математика та статистика за спеціальністю 113 Прикладна математика

Актуальність теми дисертації.

Дослідження динаміки систем з обмеженою потужністю (або так званих неідеальних систем) є важливим напрямом нелінійної динаміки, але викликає неабиякий інтерес для застосувань в сучасній інженерії, зокрема, в машинобудуванні. В подібних системах спостерігається так званий ефект Зомерфельда, коли в умовах резонансу виникають пружні коливання зі значними амплітудами. Початок аналітичних досліджень неідеальних систем розпочав визначний український вчений В.О. Кононенко, який вперше врахував в своїх роботах зворотний вплив пружних підсистем на джерело енергії.

Математичні моделі, що описують неідеальні системи – це нелінійні динамічні системи з кількома степенями свободи. Дослідження складних нелінійних резонансних коливань в подібних системах є непростю задачею, яка викликає значний інтерес спеціалістів, які працюють з задачами нелінійної динаміки. Додаткове ускладнення в неідеальних системах пов'язано з вказаною вище оберненою дією пружної підсистеми на джерело збудження. Аналіз таких задач потребує застосування та розвитку сучасних наближених аналітичних методів, а також ефективних комп'ютерних процедур, насамперед для аналізу стаціонарних режимів. Але інтерес викликає також дослідження перехідних процесів, причому аналітичні методи побудови їх майже відсутні.

В інженерних дослідженнях саме розгляд моделей неідеальних систем є важливим тоді, коли розглядаються двигуни невеликої потужності, що є типовою ситуацією для багатьох машин та механізмів. В цьому випадку виникають значні за амплітудою резонансні пружні коливання, на підтримання яких витрачається значна частина енергії збудження. Для зниження амплітуд цих резонансних коливань треба дослідити вплив зміни параметрів системи на амплітуди коливань. Це може досягатися також використанням пасивних гасителів коливань, що також розглядається в дисертаційній роботі.

Таким чином, постановка задачі, що розглядається в дисертації Лебеденко Я.О., приводить до необхідності розв'язання низки достатньо складних і важливих для теорії та практики задач нелінійної динаміки. Зважаючи на це,

вважаю, що тема дисертаційної роботи, в якій досліджуються резонансні стаціонарні та перехідні процеси в неідеальних системах з кількома степенями свободи, є безумовно актуальною.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в отриманні наступних пріоритетних результатів:

- побудовано, з використанням асимптотичного методу багатьох масштабів, стаціонарні режими в кількох неідеальних нелінійних системах, що описуються системами з трьома степенями свободи, в околі резонансу 1:1;

- проведене чисельне моделювання показало, що навіть тоді в умовах існування резонансів різного порядку, траєкторії рухів розглянутих неідеальних систем зі збільшенням часу наближаються до траєкторій розглянутих резонансних стаціонарних режимів;

- вперше в неідеальних системах поблизу резонансу побудовано, з використанням дрібно-раціональних апроксимацій Паде, що містять експоненти, перехідні процеси, які наближаються до стаціонарного резонансного зв'язку зі збільшенням часу;

- шляхом комп'ютерного моделювання показано, що зміна деяких параметрів систем, що розглядаються, як і використання динамічних гасителів, приводить до значного зниження амплітуд пружних резонансних коливань.

Всі отримані результати є достовірними завдяки використанню достовірних аналітичних та чисельних процедур, та добрій збіжності аналітичних результатів та результатів перевірних чисельних обчислень. Достовірність підтверджується також рівнем наукових публікацій здобувачки та представленням основних результатів дисертаційної роботи на провідних міжнародних та українських конференціях. Визначаю також повноту викладення результатів у дисертації. Основні отримані результати дисертаційної роботи можуть бути використані при дослідженні нелінійної динаміки багатьох інших систем з кількома степенями свободи.

Таким чином, визначаю, що в дисертаційній роботі Лебеденко Я.О. поставлене наукове завдання успішно виконано, здобувачка демонструє володіння методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувачки Лебеденко Яни Олександрівни повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 113 Прикладна математика та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Прикладна математика.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувачки у науковий напрям Динаміка систем з обмеженою потужністю.

Звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові збіги свідчить, що дисертаційна робота Лебеденко Яни Олександрівни є результатом самостійних досліджень здобувача. Вона не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана грамотною українською мовою. Результати викладені у логічній послідовності з використанням загальноприйнятої термінології.

Дисертація складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку літератури та додатку. Обсяг основного тексту дисертації складає 124 сторінки, загальний обсяг становить 141 сторінку.

У вступі обговорюється актуальність теми дисертаційної роботи, висвітлено мету, завдання, об'єкт, предмет та методи дослідження, наукову новизну отриманих результатів, значимість роботи для теорії та практичних застосувань. Представлено також впровадження результатів роботи, особистий внесок здобувачки, апробацію та публікацію основних результатів.

У першому розділі дисертаційної роботи наведено огляд робіт, що присвячені аналізу динаміки неідеальних систем, висвітлено сучасний стан проблеми. Зроблено огляд розвитку основних асимптотичних методів, а також огляд проблеми гасіння коливань за допомогою динамічних пасивних гасителів.

Другий розділ дисертаційної роботи присвячено опису основних моделей нелінійних неідеальних систем, що аналізуються в роботі. Ці системи мають три степні свободи. Наведено приклад застосування методу багатьох масштабів, що використовується в роботі для побудови стаціонарних режимів дисипативних систем та перехідних процесів таких систем в околі резонансу. Висвітлено комп'ютерні програми, що використовуються в подальшому.

У третьому розділі наведена побудова стаціонарних режимів руху систем з обмеженою потужністю в околі резонансу 1:1 з використанням методу багатьох масштабів. Достатня точність отриманих результатів підтверджується порівнянням аналітичних результатів з результатами чисельного моделювання.

В четвертому розділі роботи описано побудову перехідних процесів в розглянутих неідеальних системах поблизу резонансу, з використанням оригінальних дрібно-раціональних апроксимацій Паде, що містять експоненти. Перевірне комп'ютерне моделювання демонструє добру точність отриманих аналітичних процедур, причому траєкторії рухів в фазовому просторі розглянутих системах наближаються до траєкторій вже побудованих стаціонарних режимів навіть при наявності інших резонансів.

П'ятий розділ дисертаційної роботи присвячено дослідженню можливості зменшення амплітуд стаціонарних коливань шляхом комп'ютерного

моделювання. Виділено такі параметри неідеальних систем, зміна яких приводить до суттєвого зменшення цих амплітуд.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Основні результати дисертації опубліковано у 12 друкованих працях, серед яких: 2 статті у фахових наукових виданнях України, 1 стаття у зарубіжному науковому виданні видавництва Springer, що індексується у базі даних Scopus, у виданні, віднесеного до четвертого квартиля (Q4) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank, 1 стаття у працях міжнародної наукової конференції з нелінійної динаміки, 8 тез доповідей на міжнародних наукових конференціях достатньо високого рівня та на науково-практичних конференціях.

Результати, описані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувачки.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

До дисертаційної роботи є кілька зауважень та побажань.

1. Бажано було б ввести додаткове пояснення щодо введення формального малого параметру, якщо існує, наприклад, фізичний малий параметр у вигляді відношення мас гасителя та основної пружної підсистеми.

2. Було б вельми цікаво провести чисельне дослідження зміни порядків параметрів розглянутих систем так, щоб наблизитись до ситуації виникнення складної динамічної поведінки, зокрема, виникнення детермінованого хаосу.

3. В роботі присутні деякі описки та помилки, зокрема, такі:
«з обмеженою потужністю» - на с. 3 (анотація); «лвигуни» - на с.5 (вступ); «та ні», потрібно «та ін.» = на с. 5 (вступ) с.5 (вступ); «результатів работ» - на с.10; «ьністю» на с.11; «вперше лав» - на с.14; «таке завдання поки що таке далека» - на с.24; «її різноманітні додатком» - на с.36 та деякі ін.

Але вважаю, що висловлені зауваження не є суттєвими і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувачки ступеня доктора філософії Лебеденко Яни Олександрівни на тему «Дослідження резонансних стаціонарних режимів та перехідних процесів у нелінійних системах з обмеженою потужністю» виконана на високому науковому рівні, порушень

принципів академічної доброчесності немає; робота є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 11 Математика та статистика. Робота містить низку новітніх результатів. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «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 від 12 січня 2022 р. № 44.

Вважаю, що здобувачка Лебеденко Яна Олександрівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 11 Математика та статистика за спеціальністю 113 Прикладна математика.

Офіційний опонент

професор кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,
д.ф.-м.н., проф.

Олександр ШВЕЦЬ

Вчений секретар

Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,
к.т.н, доц.

Валерія ХОЛЯВКО

29 січня 2024 року

