

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу  
Возняк Аліни Олександрівни «Дослідження рівномірних, маятникових і  
прецесійних рухів гіростата зі змінним гіростатичним моментом»,  
поданої на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук  
за спеціальністю 01.02.01 – теоретична механіка

*Актуальність теми дисертації.* Як відомо, динаміка твердого тіла, що має нерухому точку, є вельми важливим розділом теоретичної механіки. Відповідні задачі досліджувалися провідними вченими на протязі сторіч. Окрім того, динаміка твердого тіла дозволяє з'ясувати та дослідити різноманітні явища руху технічних конструкцій, зокрема, гіроскопічні ефекти. На етапі математичного моделювання руху твердого тіла велику роль відграють припущення щодо структури розподілення мас тіла та силових впливів на це тіло. В останні роки значна увага приділяється проблемам руху гіростата зі змінним гіростатичним моментом та урахуванню складного силового впливу на гіростат. В повній мірі ці проблеми до нашого часу залишаються невирішеними. Тому тематика дисертації А.О. Возняк, в якій розглядається рух гіростата в силовому полі, яке є суперпозицією центрального ньютонівського, електричного та магнітного полів, є **актуальною**.

*Мета і задачі дисертації* складаються з дослідження декількох типів прецесійних рухів гіростата, що несе один та два ротори, під дією потенціальних і гіроскопічних сил, з визначення умов існування рівномірних та напіврегулярних обертань гіростата та визначенню умов на розподіл мас гіростата для різних класів прецесійних рухів.

*Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень та висновків, сформульованих у дисертації.* Представлені в роботі матеріали свідчать, що дослідження були проведені на сучасному науковому рівні. Достовірність отриманих результатів забезпечується коректністю постановок вихідних задач та використанням апробованих аналітичних методів розв'язання диференціальних рівнянь. Загальні висновки до дисертації повністю відображають результати проведеної роботи. Результати дисертаційної роботи мають здебільшого теоретичне значення та можуть бути використані для подальшого розвитку теорії динаміки гіростатів. Деякі результати дисертаційної роботи можуть бути використані а подальшому при розробці нових законів керування прецесійними рухами.

*Огляд змісту та основних результатів роботи.* Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків та списку використаної літератури зі 191 посиланням. Дисертацію викладено на 143 сторінках друкованого тексту.

У *вступі* дисертації наведено обґрунтування актуальності роботи, сформульовано мету, задачі та методи дослідження, відзначено наукову новизну, показано зв'язок роботи з науковими темами, практичну цінність

дисертаційної роботи, представлено інформацію щодо апробації результатів роботи.

У *першому розділі* наведено огляд літературних джерел за тематикою дисертаційної роботи. Перелічено основні результати багатьох робіт, що стосуються динаміки твердого тіла та гіростата, починаючи з робіт Даламбера та Ейлера, до нашого часу.

*Другий розділ* роботи присвячено методиці досліджень, яка застосовується для розв'язання поставлених задач. Представлено рівняння Ейлера–Пуассона та рівняння руху гіростата, зокрема, під дією потенціальних і гіроскопічних сил. Представлено також різні варіанти методу інваріантних співвідношень, що використовується в роботі, та метод годографів кінематичного тлумачення руху тіла. Описано найбільш важливі типи рухів гіроскопу.

*Третій розділ* присвячено умовам існування рівномірних обертань гіростата в загальній задачі про рух гіростата під дією потенціальних і гіроскопічних сил. Отримано оригінальні розв'язки узагальнених рівнянь Кірхгофа–Пуассона для гіростата, що несе один ротор, зі змінним гіростатичним моментом, який спрямовано вздовж певної осі в тілі–носії. Отримано також умови існування рівномірних обертань гіростата, що несе два ротори. Дослідження цих умов вдалося розбити на вивчення трьох варіантів. Загальна властивість знайдених розв'язків полягає в тому, що при виконанні деякої умови рівномірне обертання гіростата може відбуватися з довільною кутовою швидкістю.

У *четвертому розділі* розглянуто напіврегулярні прецесії гіростата, що несе один ротор, зі змінним гіростатичним моментом. При цьому рух гіростата відбувається з постійною швидкістю прецесії. Отримано умови існування цих рухів в чотирьох окремих випадках. Проведено в загальному випадку редукцію початкових рівнянь до системи двох диференціальних рівнянь другого порядку відносно змінної, яка характеризує кут власного обертання гіростата. Для цих рівнянь побудовано розв'язки в шести варіантах. Отримано не тільки умови існування рухів, але ще встановлено аналітичні властивості компонент гіростатичного моменту у розглянутих випадках.

*П'ятий розділ* дисертації присвячено вивченню напіврегулярних прецесій гіростата першого типу, що несе два ротори. Вивчаються маятникові рухи, прецесійні рухи сферичного гіростата та прецесійні рухи симетричного гіростата. Для загального випадку прецесій першого типу гіростата з двома роторами розроблений загальний метод редукції вихідних рівнянь до системи рівнянь меншого порядку. Як і раніше, знайдено нові розв'язки редукованих рівнянь при різних припущеннях щодо швидкості власного обертання гіростата.

*Наукова новизна результатів дисертації* полягає у наступному. Для задачі про рух гіростата під дією потенціальних та гіроскопічних сил вперше отримано нові розв'язки рівнянь Кірхгофа – Пуассона, що описують рівномірне обертання як гіростата з одним ротором, так і гіростата з двома роторами. Для знаходження розв'язків запропоновано новий метод

знаходження умов існування маятникових рухів та напіврегулярних прецесій гіростата, що несе один ротор, причому для напіврегулярних прецесій побудовано п'ять нових розв'язків рівнянь Кірхгофа–Пуассона. Для отриманих розв'язків кут власного обертання є або елементарною функцією часу, або еліптичною функцією часу. Розроблено загальний метод дослідження напіврегулярних прецесій гіростата, що несе два ротори. В останній задачі побудовано нові класи прецесійних рухів для різних способів завдання швидкостей власного обертання. Одержані залежності гіростатичного моменту від часу можуть знайти застосування в задачах керування гіростатами.

*До зауважень щодо роботи слід віднести наступне:*

1. Вважаю, що доцільно було б розглянути та обговорити в дисертації випадки, коли знаменники у розв'язках дорівнюють нулю. Це, можливо, свідчить про біфуркації цих розв'язків.

2. Недоліком роботи є повна відсутність в дисертації ілюстративних числових розрахунків отриманих розв'язків.

3. Хоча список використаних джерел містить досить багато посилань, вважаю, що ці посилання відносяться здебільшого до досить давніх публікацій. Багато публікацій останніх років не представлено, за виключенням работ науковців школи Є.І. Харламова. Також мало уваги приділено роботам, що присвячені побудові наближених розв'язків, зокрема, важливим роботам А.Д.Брюно.

4. Вважаю, що у багатьох випадках було б доцільно провести додатковий аналіз властивостей отриманих розв'язків. Зокрема, це відноситься до розв'язків, побудованих у квадратурах.

5. Маємо низку зауважень, що не є принциповими. Так, у Розділі 2 я вважав би за доцільне розділити частину, де описано методи дослідження, від частини, де описуються типи рухів систем, що розглядаються. На початку підрозділа 2.4 представлено не «метод інваріантних співвідношень, запропонований Т. Леві–Чивітою», а саме визначення цих інваріантних співвідношень. На с. 21 (другий рядок зверху) написано «від рівнянь руху» - виникає питання «руху чого»? На с. 34 є помилка в написанні фамілії Є.І. Харламова. Подекуди в тексті пропущені коми, є незначні помилки в Списку використаних джерел. Загалом подібних помилок в дисертації дуже мало.

Вищезгадані зауваження і побажання не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи А.О. Возняк і не знижують її наукового та практичного значення.

Основні результати досліджень опубліковано у 6 наукових роботах (з яких 5 статей у фахових виданнях, 1 стаття опублікована у науковому журналі, який включено до наукометричної бази РИНЦ), що достатньо повно відображують викладені в дисертації результати. Дисертаційна робота пройшла апробацію на міжнародних конференціях достатньо високого наукового рівня. Автореферат дисертації повністю відповідає змісту роботи.

Дисертаційна робота А.О. Возняк «Дослідження рівномірних, маятникових і прецесійних рухів гіростата зі змінним гіростатичним

моментом» є закінченою науково-дослідною роботою, яка за актуальністю проблематики, ступенем обґрунтованості та новизни одержаних наукових результатів, кількістю та рівнем публікацій та апробацій матеріалів дослідження відповідає усім вимогам до кандидатських дисертаційних робіт, зокрема, пп. 9,11,12,13 "Порядку присудження наукових ступенів", затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р. (зі змінами, внесеними згідно з постановами КМУ № 656 від 19 серпня 2015 р. та № 1159 від 30 грудня 2015 р.), а її автор, Возняк Аліна Олександрівна, на мій погляд, цілком заслуговує на присудження їй наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.02.01 – теоретична механіка.

Офіційний опонент –  
професор кафедри прикладної математики  
Національного технічного університету  
«Харківський політехнічний інститут»,  
доктор фізико-математичних наук, професор

Ю.В. Міхлін

Підпис проф. Міхліна Ю.В. засвідчую.

Вчений секретар Вченої Ради Національного технічного університету  
«Харківський політехнічний інститут»

О.Ю.Заковоротний



Надійшов

вченої ради

Секретар ради



спеціалізованої

26.06.02

11.09.2018р.

/Самур О.Р./