Рішення
разової спеціалізованої вченої ради
про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії Віктор Бейцун, 1998 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2021 році Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара за спеціальністю Прикладна математика, навчається в аспірантурі Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України з 2021 р., виконав акредитовану освітньо-наукову програму «Прикладна математика».

Разова спеціалізована вчена рада, утворена наказом Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України, місто Дніпро від «02» липня 2025 року № 195, у складі:

Голови разової спеціалізованої вченої ради – Андрія ДРЕУСА, доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри аерогідромеханіки та енергомасопереносу, Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України;

Рецензентів – Тетяни ХОДАНЕН, кандидата фізико-математичних наук, доцента, доцента кафедри теоретичної та комп'ютерної механіки, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України;

Наталії АЩЕПКОВОЇ, кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри механотроніки, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України;

Офіційних опонентів – Володимира ПОШИВАЛОВА, члена-кореспондента НАН України, доктора технічних наук, професора, директора Інституту технічної механіки НАН України і ДКА України;

Павла СТЕБЛЯНКА, доктора фізико-математичних наук, професора, провідного наукового співробітника відділу термопластичності Інституту механіки ім. С. П. Тимошенка НАН України;

на засіданні «04» вересня 2025 року прийняли рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 11 Математика та статистика

Віктору БЕЙЦУНУ на підставі публічного захисту дисертації «Математичне моделювання механічних процесів функціонування маніпулятора космічного призначення» за спеціальністю 113 Прикладна математика.

Дисертацію виконано у Дніпровському національному університеті імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України, місто Дніпро.

Наукові керівники: Анатолій ДЗЮБА, доктор технічних наук, професор кафедри теоретичної та комп'ютерної механіки Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара; Сергій ТАРАСОВ, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, заступник директора з наукової роботи Інституту транспортних систем і технологій НАН України.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису із дотримання вимог пункту 6 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 року № 44 (зі змінами). У дисертаційній роботі запропоновано нову методологію вдосконалення параметрів маніпуляторів космічного призначення шляхом визначення та врахування пружних податливостей як континуального, так і локального характеру. Такий підхід дозволяє підвищити точність контролю динамічних процесів транспортування та позиціонування корисного навантаження, а також забезпечити можливість врахування деформаційних властивостей конструктивних елементів на етапі проєктування систем керування. Вперше отримано системні теоретико-експериментальні результати досліджень податливості елементів маніпуляторів космічного призначення, зокрема ланок, шарнірних та фланцевих з'єднань. Проведено обчислювальні експерименти для аналізу динамічних характеристик і зусиль у шарнірному вузлі дволанкової маніпуляторної системи. Встановлено нові залежності величини моменту в шарнірі від часу розвороту ланки маніпулятора та масово-інерційних параметрів основного тіла й корисного навантаження. Розроблено й апробовано оригінальну методику експериментального визначення люфтів і податливостей у шарнірних вузлах маніпуляторів та штанг космічних апаратів, яка базується на фотограмметричному методі. Побудовано авторську методику випробувань зразка фланцевого з'єднання ланки маніпулятора на дію основних видів механічних навантажень: згинання, кручення та розтяг-стиск. Достовірність одержаних результатів забезпечена використанням аналітичних підходів теорії пружності, апробованих математичних моделей, числових алгоритмів та фотограмметричних методик. Результати розрахунків зіставлені з наявними аналітичними розв'язками, що підтверджує їх наукову обґрунтованість. Практичне значення роботи полягає у розробці нової математичної моделі динаміки та кінематики маніпулятора з урахуванням конструктивних і функціональних

особливостей. Запропоновані підходи дозволяють підвищити точність моделювання, оптимізувати алгоритми керування та вдосконалити процес проєктування багатоланкових конструкцій. Отримані результати можуть бути впроваджені в конструкторській практиці при створенні та модернізації роботизованих систем ракетно-космічної техніки.

Дисертація виконана державною мовою із дотриманням вимог до оформлення дисертації, встановлених МОН України. Обсяг основного тексту дисертації відповідає нормам, встановленим освітньо-науковою програмою «Прикладна математика» за спеціальністю 113 Прикладна математика Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України.

Здобувач має 7 наукових публікацій за темою дисертації, з них 3 статті у наукових фахових виданнях України, 4 тези доповідей в матеріалах вітчизняних і міжнародних конференцій, які відповідають вимогам пунктів 8, 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, зокрема:

1. Бейцун В. С., Тарасов С. В. Динаміка і зусилля у шарнірі дволанкової системи при позиціонуванні корисного навантаження відносно космічного апарату // Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій: зб. наук. праць. – Дніпро: Ліра, 2022. – Вип. 35. – С. 5-16. **(фахове видання, категорія Б)**
   DOI: https://doi.org/10.15421/4222211

2. Бейцун В. С., Тарасов С. В. Методика фотограмметричного вимірювання люфтів та пружних податливостей в шарнірних вузлах транспортних маніпуляторів та штанг космічних апаратів // Технічна механіка. 2024. Вип. 3. С. 124-137. **(фахове видання, категорія Б)**
   DOI: http://doi.org/10.15407/itm2024.03.124

3. Бейцун В. С., Дзюба А. П. Експериментальне дослідження податливості фланцевих з'єднань у моделі маніпулятора космічного призначення // Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій: зб. наук. праць. – Дніпро: Ліра, 2024. – Вип. 38. – С. 5-19. **(фахове видання, категорія Б)**
   DOI: https://doi.org/10.15421/4224101

У дискусії взяли участь голова і члени спеціалізованої ради та присутні на захисті фахівці:

Голова спеціалізованої вченої ради — Дреус Андрій Юлійович, доктор технічних наук (05.15.09 - геотехнічна та гірнича механіка), професор, завідувач кафедри аерогідромеханіки та енергомасопереносу Дніпровського

національного університету імені Олеся Гончара, Міністерство освіти і науки України.

Офіційний опонент – Пошивалов Володимир Павлович, член-кореспондент НАН України, доктор технічних наук (01.02.04 — механіка деформівного твердого тіла), професор, директор Інституту технічної механіки НАН України і ДКА України. Зауваження:

1. У висновках до другого розділу наведено значення відносного відхилення, що становить менше 4%, між аналітичним та числовим розв'язанням оберненої задачі динаміки для обраної моделі маніпулятора. При цьому у тексті дисертаційної роботи відсутній детальний відповідний аналіз. Невідповідність між основним змістом і висновками потребує усунення.
2. У дисертаційній роботі бракує порівняльного аналізу у вигляді таблиць або графіків відхилень основних параметрів залежно від довжини маніпулятора, маси навантаження, швидкості повороту супутника, а також динамічних ефектів, що виникають при різкому старті або гальмуванні. Включення такого матеріалу, що висвітлює вплив конструктивних та експлуатаційних параметрів на точність позиціонування кінця маніпулятора з корисним навантаженням, дозволило б надати роботі додаткової практичної значущості.
3. Відсутність у тексті дисертаційної роботи більш детальних пояснень щодо конкретних числових співвідношень між масами космічного апарата, маніпулятора та корисного навантаження, а також вказівок на жорсткісні характеристики шарнірних з'єднань ускладнює оцінку результатів моделювання та узагальнення отриманих висновків. Зазначені параметри є критично важливими для аналізу впливу податливості на динаміку системи.
4. Подана на рис. 2.7 блок-схема програми має високу щільність графічних елементів, що ускладнює сприйняття та розпізнавання підписів. Такі великогабаритні ілюстративні матеріали доцільно було б винести до додатків, залишаючи в основному тексті узагальнений або спрощений варіант.

Офіційний опонент – Стеблянко Павло Олексійович, доктор фізико-математичних наук (01.02.04 — механіка деформівного твердого тіла), професор, провідний науковий співробітник відділу термопластичності Інституту механіки ім. С. П. Тимошенка НАН України. Зауваження:

1. При описі експериментальних установок і процесу проведення досліджень у четвертому розділі, не зазначено момент затягування кріпильних елементів (гвинтів, з'єднувальних блоків тощо), що обмежує можливість повного відтворювання експерименту.
2. У розділах 3 та 4, присвячених експериментальним дослідженням,

відсутнє обговорення можливостей їх узагальнення на інші типи з'єднань або подібні механічні системи, оскільки результати представлені тільки для окремих конструкцій.

3. На рис. 2.1 відсутнє позначення напряму відліку кута φ_1, що ускладнює однозначне трактування наведених графічних даних.

Рецензент – Ходанен Тетяна Володимирівна, кандидат фізико-математичних наук (01.02.04 — механіка деформівного твердого тіла), доцент, доцент кафедри теоретичної та комп'ютерної механіки, Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, Міністерство освіти і науки України. Зауваження:

1. При формулюванні вихідних рівнянь для побудови моделі автор використовує закон Гука без врахування температурних деформацій (формули 2.4). Зважаючи, що досліджуваний маніпулятор призначений для роботи в космічному середовищі, де температурні коливання можуть сягати кількох сотень градусів, таке спрощення виглядає недостатньо обґрунтованим. Температурні впливи суттєво змінюють механічні властивості матеріалів, що, своєю чергою, позначається на точності моделювання. Включення температурного чинника в закон Гука не надто ускладнило б математичну модель, але значно підвищило б її відповідність реальним умовам.
2. У розділі 2 для верифікації результатів було використано анізотропний матеріал вуглепластик CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer) з матрицею PEEK (Polyetheretherketone), в розділі – алюміній АА 2014, в експерименті, описаному в розділі 4, – алюміній АД31Т5. Обґрунтування вибору саме таких матеріалів є в роботі недостатнім.
3. У загальних висновках потребує пояснень фраза: «необхідно висувати жорсткіші вимоги до вибору матеріалів, конструктивних компонентів з'єднань…». Що саме мається на увазі під жорсткішими вимогами?
4. У додатку А міститься лістинг Matlab-функції подачі сигналу кутового переміщення для функціонування шарніра. У лістингу програм коментарі зазвичай подають українською (англійською) мовою (а не транслітерацією).
5. Робота добре вичитана, проте подекуди в тексті все ж таки трапляються технічні помилки (наприклад, «кут повороту першого шарніра знаходиться в діапазоні $0° \geq \varphi_1 < 180°$» (с. 59)) та невдалі вирази («кут α мав незначне значення», с. 81) тощо.

Рецензент – Ащепкова Наталія Сергіївна, кандидат технічних наук (05.13.03 – системи та процеси керування), доцент, доцент кафедри

механотроніки, Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, Міністерство освіти і науки України. Зауваження:

1. У роботі присутні наступні недоліки: друкарські помилки (відсутність ком) в тексті дисертації.

Результати відкритого голосування:

«За» ___*5 (п'ять)*___ членів ради,

«Проти» __*немає*___ членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує Віктору Бейцуну ступінь доктора філософії з галузі знань 11 Математика та статистика за спеціальністю 113 Прикладна математика.

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої вченої ради _____ (підпис) Андрій ДРЕУС (власне ім'я та прізвище)

М.П.