

**Національна академія наук України
Державне космічне агентство України
Інститут технічної механіки**



ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова Вченої ради інституту
академік НАН України

Олег ПИЛИПЕНКО

2024

ПРОГРАМА ВСТУПНОГО ІСПИТУ

**на третьому (освітньо-науковому) рівні вищої освіти для
здобуття ступеня доктора філософії в Інституті технічної
механіки Національної академії наук України і Державного
космічного агентства України**

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ	174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

Ухвалено Вченою радою інституту
(протокол від 27.02.2024 № 2)

ВСТУП

Вступний іспит до аспірантури відбувається відповідно до "Правил прийому до аспірантури Інституту технічної механіки Національної академії наук України і Державного космічного агентства України у 2024 році" у формі індивідуального письмо-усного фахового іспиту, який приймає предметна комісія, склад якої затверджується наказом директора Інституту. Результат фахового іспиту визначається за 4-х бальною шкалою. Програма вступного іспиту включає основні розділи спеціальних дисциплін, що необхідні для освоєння освітньо-наукової програми за спеціальністю 174 "Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка". Програму вступного іспиту підготовлено відділом системного аналізу та проблем керування, обговорено та затверджено на засіданні Вченої ради Інституту.

1. КЕРУВАННЯ РУХОМ

1.1. Основні поняття й завдання теорії керування

Незбурений і збурений рух. Детерміновані й стохастичні системи. Стаціонарні й нестаціонарні системи. Керування кінцевим станом динамічної системи. Стійкість руху. Якість перехідних процесів. Точність керування. Поняття про спостереження, керованість динамічної системи.

1.2. Аналіз і синтез систем автоматичного керування

Динамічні ланки, їхні характеристики. Тимчасові характеристики. Частотна передавальна функція й частотні характеристики. Складання вихідних диференціальних рівнянь систем автоматичного регулювання. Загальний метод складання вихідних рівнянь. Передавальні функції систем автоматичного регулювання. Закони регулювання. Керованість та спостереження.

Критерії стійкості. Критерій стійкості Гурвіца. Критерій стійкості Михайлова. Побудова областей стійкості. D-розбиття. Критерій стійкості Найквіста.

Оцінка якості регулювання. Коефіцієнт помилок. Кореневі методи. Інтегральні оцінки. Частотні критерії якості. Чуттєвість систем регулювання.

Випадкові процеси в системах автоматичного регулювання. Стаціонарні випадкові процеси. Кореляційна функція. Спектральна щільність стаціонарних процесів. Точні методи дослідження стійкості й автоколивань.

1.3. Методи оптимізації систем керування

Прямі методи оптимізації. градієнтні методи. Метод випадкового пошуку. Метод Монте-Карло. Методи нелінійного математичного програмування. Динамічне програмування, рівняння Беллмана.

Завдання оптимальної фільтрації. Фільтр Калмана. Статистична оптимізація систем керування Використання квадратичного критерію, метод аналітичного конструювання. Оптимізація систем керування при відсутності апріорних даних про її статистичні і характеристики. Адаптивні системи керування.

2. МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ ЯК ТВЕРДОГО ТІЛА

2.1. Кінематика руху твердого тіла

Поступальний рух. Рух навколо нерухомої осі. Кутова швидкість і прискорення. Рівняння плоского руху. Поле швидкостей і прискорень. Обертання навколо нерухомої точки. Ейлерові кути. Рівняння руху. Миттєва вісь обертання. Загальний випадок руху твердого тіла.

2.2. Відносний рух

Абсолютний, відносний і переносний рух. Додавання швидкостей. Додавання прискорень. Додавання обертань твердого тіла навколо паралельних осей. Додавання обертань твердого тіла навколо осей, що перетинаються. Загальна задача про відносний рух твердого тіла.

2.3. Загальні теореми механіки

Теорема про зміну кількості руху системи матеріальних точок. Теорема про рух центра мас системи матеріальних точок. Теорема про зміну моменту кількості руху матеріальної точки. Обчислення моментів інерції, моменти інерції відносно паралельних осей. Головний момент кількості руху в нерухомій і рухомій системах відліку. Теорема про зміну головного моменту кількості руху системи відносно центра мас. Теорема про збереження головного моменту кількості руху. Кінетична енергія системи матеріальних точок. Теорема Кьоніга. Кінетична енергія абсолютно твердого тіла. Теорема про зміну кінетичної енергії. Потенційна енергія силового поля. Закон збереження механічної енергії. Диференціальні рівняння плоского руху твердого тіла.

2.4. Динаміка невільної системи

Класифікація в'язей. Принцип звільнення. Ідеальні в'язі. Принцип Даламбера. Метод кінетостатики. Рівняння Лагранжа першого роду для голономної системи. Рівняння Лагранжа другого роду. Рівняння динаміки відносного руху.

2.5. Теорія коливань

Елементи теорії коливань матеріальної точки. Лінійні коливання. Вільні коливання. Вимушені коливання. Математичний маятник.

3. ОСОБЛИВОСТІ ДИНАМІКИ ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА ЯК ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ

3.1. Балістика ракет

Умови польоту ракети. Рух, фігура й гравітаційне поле Землі. Атмосфера. Аеродинамічні коефіцієнти. Характеристики ракетних двигунів. Ракета як тіло змінного складу.

3.2. Вступ до небесної механіки

Кеплеровий рух. Збурений рух, оскулюючі елементи. Рівняння збуреного кеплерового руху. Гравітаційне поле Землі. Системи координат, які використовуються для опису руху супутника. Основні закономірності руху центра мас супутника на навколосемних орбітах: Вікові та короткоперіодичні рухи. Задача n тіл. Задача визначення орбіти.

3.3. Керування орієнтацією космічних апаратів

Системи керування орієнтацією. Склад системи орієнтації. Датчики орієнтації. Інерційні датчики орієнтації. Логічні перетворювальні пристрої. Базисні системи відліку. Виконавчі органи. Реактивні двигуни орієнтації. Гіроскопічні силові органи. Гіроскопічні силові стабілізатори. Типи систем орієнтації. Пасивні й активні системи. Особливості керування великими космічними конструкціями й системами тіл.

Плоскі обертання космічного апарата. Приведення орієнтації до заданої. Коливання статично стійкого космічного апарата. Сталі коливання космічного апарата при наявності збуреного моменту.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Алпатов А. П. Динамика космических летательных аппаратов - К.:Наукова думка, 2016. -488 с.

2. Омаров М. А. Основи теоретичної механіки. Ч. 1: навч. посібник. – Харків: ХНУРЕ, 2017. – 184 с.

3. Яблунський А. А. Курс теоретичної механіки. Частина 2. Динаміка. Ізд. 3-е, виправлене та доповнене, 1966. – 411 с.

4. Alpatov A.P., Khoroshylov S.V., Maslova A.I. Contactless de-orbiting of space debris by the ion beam. Dynamics and control. Kyiv: Akadempriodyka, 2019. – 170 p.

5. Alpatov A., Kravets Vic., Kravets Vol., Lapkhanov E. Representation of the kinematics of the natural trihedral of a spiral-helix trajectory by quaternion matrices. Transactions on Machine Learning and Artificial Intelligence. 2021. Vol. 9, No.4. P. 18–29.

6. Ротационное движение космических тросовых систем / А. П. Алпатов, В. В. Белецкий, В. И. Драновский, А. Е. Закржевский, А. В. Пироженко, Г. Трогер, В. С. Хорошилов //НАНУ, НКАУ, Ин-т техн. механики. - Д.; Вена; К.; М., 2001. – 404 с.

7. Фриз П. В. Основи орбітального руху космічних апаратів : підручник / П. В. Фриз. – Житомир : ЖВІ НАУ, 2012. – 348 с.

8. Ковтуненко В. М. Аэродинамика орбитальных космических аппаратов / В. М. Ковтуненко, В. Ф. Камеко, Э. П. Яскевич. – Киев : Наукова думка, 1977. – 156 с.

9. Алпатов А. П., Белоножко П. А. и др. Динамика пространственно развитых механических систем изменяемой конфигурации - К.: Наукова думка, 1990.- 256 с.

10. Юринець В. Є. Методологія наукових досліджень : навч. посібник / В. Є. Юринець. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 178 с

11. Голубек О. В., Филипенко І. М., Татаревський К. Е. Априорна оцінка точності виведення космічних апаратів сучасними ракетами-носіями з БІНС. – Дніпро: ЛПРА, 2020. – 187 с.

12. Синеглазов В.М. Автоматизовані системи управління повітряних суден: Підручник / В.М. Синеглазов, М.К. Філяшкін – К.: НАУ, 2003. – 502 с.

13. Павловський М.А., Горбулін В.П., Клименко О.М. Системи керування обертальним рухом космічних апаратів. Київ: Наукова думка, 1997.– 199с.

14. Spacecraft Dynamics and Control: The Embedded Model Control Approach / E. Canuto, C. Novara, L. Massotti, D. Carlucci, C. Perez Montenegro, - Butterworth-Heinemann, 2018. – 779 p.

15. Vepa R. Dynamics and Control of Autonomous Space Vehicles and Robotics / R. Vepa. - Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2019. – 372 p.

16. Hahn B., Valentine D. Essential MATLAB for Engineers and Scientists. – Oxford : Academic Press, 2010.

Гарант ОНП
член-кор. НАН України,
д-р техн. наук, професор

Анатолій АЛПАТОВ