

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНЕ КОСМІЧНЕ АГЕНТСТВО УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ
(ІТМ НАНУ і ДКАУ)



ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова Вченої ради інституту
член-кореспондент НАН України

О.В. Пилипенко
О.В. Пилипенко

"19" 12 2019 р.

ПРОГРАМА ВСТУПНОГО ІСПИТУ

третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
для здобуття наукового ступеня доктор філософії

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ	15 Автоматизація та приладобудування
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ	151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Ухвалено вченою радою інституту
(протокол від 19 грудня 2019 р. № 11)

Дніпро
ІТМ НАНУ і ДКАУ
2019 р.

Програма
вступного іспиту в аспірантуру ІТМ НАНУ і ДКАУ
за спеціальністю 151
"Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології"

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 2020 році» у формі індивідуального письмового фахового іспиту, який приймає екзаменаційна 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 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології". 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 і їхні характеристики. Тимчасові характеристики. Частотна передатна функція й частотні характеристики. Складання вихідних диференціальних рівнянь систем автоматичного регулювання. Загальний метод складання вихідних рівнянь. Передатні 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. Коефіцієнти 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 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'язів. 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. Малі

процесів.

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 описання 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 перетворюючі 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 статистично стійкого космічного апарата. Сталі коливання космічного апарата при наявності збуреного моменту.

Перелік літератури

1. *Лойцянский Л.Г., Лурье А.И.* Курс теоретической механики - М.: Наука, 1982.-Т.1.
2. *Лойцянский Л.Г., Лурье А.И.* Курс теоретической механики - М.: Наука, 1983. - Т.2.
3. *Кильчевский Н.А.* Курс теоретической механики - М.: Наука, 1977. - Т.1, Т.2.
4. *Гантмахер Ф.Р.* Лекции по аналитической механике - М.: Наука, 1966.
5. *Раушенбах Б.В., Токарь Е.Н.* Управление ориентацией космического аппарата - М.: Наука, 1974.
6. *Дубошин Г.Н.* Небесная механика / основные задачи и методы/ - М: Наука, 1968.
7. *Бесекерский В.А., Попов Е.П.* Теория систем автоматического регулирования - С.-Пб.: Профессия, 2003. – 750 с.
8. *Алпатов А.П., Белоножко П.А. и др.* Динамика пространственно развитых механических систем изменяемой конфигурации - К.: Наукова думка, 1990.-256 с.

9. *Пановко Я.Г.* Введение в теорию механических колебаний - М.: Наука, 1991.

10. *Бровкин А. Г.* Бортовые системы управления космическими аппаратами: Учебное пособие / А. Г. Бровкин / под ред. д-ра техн. наук, проф. А. С. Сырова. – Москва: МАИ-ПРИНТ, 2010. – 304 с.

11. *Юревич, Е.И.* Теория автоматического управления. – 4-е изд. – С.-Пб.: ВHV, 2016. – 560 с.

12. *Зубов Н. Е.* Матричные методы в теории и практике систем автоматического управления летательных аппаратов / Н. Е. Зубов, Е. А. Микрин, В. Н. Рябченко. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. – 672 с.

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

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.

Гарант освітньо-наукової програми
доктор технічних наук, професор



А.П. Алпатов