

Назва дисципліни	Оптимальні та адаптивні системи
Викладач	Алпатов А.П., д.т.н., професор., завідувач відділу системного аналізу та проблем керування; т. (056) 372-06-58; email: aalpatov@ukr.net
Курс та семестр, у якому можливе (планується) вивчення дисципліни	Аспірантам, 1,2 семестр
Факультети, студентам яких пропонується вивчити дисципліну	Відділ системного аналізу та проблем керування
Перелік компетентностей та відповідних результатів навчання, що забезпечує дисципліна	<p>Загальні компетенції</p> <ul style="list-style-type: none"> – Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу – Здатність генерувати нові ідеї <p>Спеціальні компетенції</p> <ul style="list-style-type: none"> – Здатність до синтезу і аналізу оптимальних систем керування літальними апаратами, відповідних технологічних процесів – Здатність застосовувати знання при вирішенні задач керування об'єктами ракетно-космічної техніки. <p>Програмні результати навчання</p> <ul style="list-style-type: none"> – Знати методологію синтезу оптимальних та адаптивних систем управління – Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми при створенні пристроїв, приладів, механізмів, систем керування рухом об'єктів, застосування знань при вирішенні задач оптимізації систем і процесів. – Вміння до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел. – Вміння приймати обгрунтовані рішення в проектних роботах щодо

	<p>оптимальних систем керування об'єктами.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Вміти оцінювати якість виконуваних робіт. – Вміти захищати отримані результати. <p>«соціальні навички» Soft skills:</p> <ul style="list-style-type: none"> • креативне мислення (при постановці та рішенні задач та не тільки); • критичне мислення (при аналізі результатів та не тільки); • авторитетне донесення своїх результатів до слухачів (при аналізі презентацій та не тільки)
Опис дисципліни	
Попередні умови, необхідні для вивчення дисципліни	Знання методів оптимізації, комп'ютерного моделювання, загальної теорії керування
Максимальна кількість студентів, які можуть одночасно навчатися	10
Теми аудиторних занять та самостійної роботи	<p>Обсяг – 150 год. з них 54 години лекцій, 96 годин самостійної роботи.</p> <p>Основні теми лекцій:</p> <p>Розділ 1. Оптимальні системи Тема 1 Завдання оптимального керування як завдання динамічної оптимізації (2 години). Лекція 1 Завдання оптимального керування як завдання динамічної оптимізації. [4,5] 1.Класифікація задач керування. 2.Необхідні і достатні умови оптимальності для різних класів задач. 3. Вид необхідних та достатніх умов оптимальності в залежності від заданих крайових умов 4.Алгоритм знаходження оптимального керування. 5.Фізичний сенс пов'язаних змінних</p> <p>Тема 2.Рішення завдання керування в разі наявності обмежень на дії (4 години) Лекція 2.Постановка задачі. [1,6,7] 1.Принцип максимуму Понтрягіна. 2.Крайові обмеження 3.Моделі систем</p>

Лекція 3. Алгоритм знаходження оптимального керування. [1,5]

1. Сполучені системи
2. Методи розв'язання крайових задач
3. Сходимість алгоритмів вирішення крайових задач.

Тема 3. Оптимальне керування лінійною системою. (6 годин)

Лекція 4. Задачі екстремального керування. [1,5]

1. Постановка задачі
2. Приклади об'єктів керування з екстремальними статичними характеристиками.
3. Принципи побудови одномірних систем екстремального керування.
4. Статичні та динамічні характеристики систем екстремального керування

Лекція 5. Матричне рівняння Ріккати і властивості його рішення. [1,5,8]

1. Особливості застосування рівняння Ріккати
2. Алгоритм розв'язання задачі.
3. Особливості стаціонарного випадку.
4. Приклад практичного застосування

Лекція 6. Характеристика задач аналітичного конструювання оптимальних регуляторів (АКОР). [6,7]

1. Постановка задачі.
2. Процедурі аналітичного конструювання регуляторів.
3. Алгоритми оптимізації при неповній інформації
4. Приклади реалізації.

Тема 4. Метод динамічного програмування Беллмана. (4 години)

Лекція 7. Принцип динамічного програмування. [1,4,6]

1. Рівняння Беллмана.) і його застосування для вирішення завдань оптимізації
2. Алгоритм розв'язання задачі для стаціонарних систем.
3. Краєві умови.

Лекція 8. Приклади вирішення задач динамічного програмування

Розділ 2.. Оптимізація систем рухомого керування

Тема 5. Системи рухомого керування (СРК) (4 години)

Лекція 9. Вступ до проблеми [2,3]

1. Визначення та моделі.

2. Задачі рухомого управління системами з розподіленими параметрами.
3. Задача рухомого управління з зосередженими параметрами.

Лекція 10. Практичне застосування СРК[2]

1. Приклади реалізації рухомого управління системами з розподіленими параметрами
2. Приклади реалізації рухомого управління системами з зосередженими параметрами

Тема 6. Методи дослідження стійкості систем рухомого керування (4 години).

Лекція 11 Кусково-лінійні системи[2,3]

1. Стійкість в режимі циклічних переключень.
2. Аналіз впливу зовнішніх впливів і похибок переключень за часом.

Лекція 12. Оцінки значень фазових координат кусочно-лінійних систем. [2,3]

1. Дослідження двоканальної системи (приклад).
2. Стійкість систем, що не зводиться до кусочно-лінійним моделей.

Тема 7. Методи синтезу оптимальних систем рухомого керування (6 годин).

Лекція 13. Побудова програм перемикання. [2,3]

1. Метод функцій стану.
2. Метод функцій Ляпунова

Лекція 14. Синтез регулятора для сепаратних систем[2,3]

1. Моделі систем.
2. Типи регуляторів.
3. Методи оптимізації.
4. Приклади.

Лекція 15. Оптимізація параметрів регулятора лінійних нестационарних систем. [2,3]

1. Методи оптимізації.
2. Моделі систем
3. Алгоритми
4. Приклади

Тема 8 Рухоме керування орієнтацією космічних апаратів. (4 години)

Лекція 16 Динаміка орієнтації і стабілізації космічного апарату при рухомому керуванні[2,3]

1. Модель динаміки орієнтації і стабілізації космічного апарату.
2. Алгоритми рухомого керування
2. Орієнтація за допомогою реактивних двигунів .
3. Рухоме керування орієнтацією космічного апарату за допомогою електромаховічних двигунів.

Лекція 17. Одноосьова орієнтація космічного апарату за допомогою магнітопрівода в різних опорних системах координат. [2,3]

- 1.Інерціальна система координат.
- 2.Орбітальна система координат.
- 3.Орієнтація по вектору магнітної індукції.

Розділ 3.Адаптивні системи

Тема 9. Загальні поняття про адаптивні системи (6 годин)

Лекція 18. Ідентифікація об'єктів управління. [1,6,8]

- 1.Робоча і початкова інформація в системах автоматичного керування.
- 2.Математичні моделі об'єктів керування зі змінними параметрами.
- 3.Математичні моделі об'єктів керування із невизначеними параметрами.
4. Математичні моделі об'єктів керування зі змінними і невизначеними параметрами.
- 5.Поняття про адаптивні системи.

Лекція 19.Робливості синтезу адаптивних систем керування.

- 1.Основні принципи побудови контуру адаптації.
- 2.Класифікація адаптивних систем.
- 3.Постановка завдання синтезу адаптивних систем керування

Лекція 20. Практичні задачі адаптивних систем. [1,4,11]

- 1.Системи автоматичного керування з двома ступенями свободи.
2. Системи, стійкі при нескінченному коефіцієнті посилення.
- 3.Пошукові адаптивні системи.
- 4.Регулярні та випадкові методи пошуку багатомірних екстремумів.

Тема 10.Моделі і алгоритми, які використовуються в самоналагоджувальних адаптивних системах керування (6 годин).

Лекція 21.Стохастичні системи. [4,6]

- 1.Методи статистичної оптимізації,
- 2.Алгоритми стохастичною апроксимації.
- 3.Автоколивальні режими.

Лекція 22. Самоналагоджувальна система [4.6].

- 1.Системи зі стабілізацією частотних характеристик.
- 2.Самоналагоджувальна система зі стабілізацією частоти зрізу і запасу стійкості по фазі.
- 3.Самоналагоджувальна система, заснована на порівнянні високочастотних і низькочастотних складових сигналу

Лекція 23.Системи з еталонною моделлю. [1,8]

- 1.Алгоритми настройки параметрів в адаптивній системі з неявній еталонною моделлю.

2. Приклад синтезу адаптивної системи з еталонною моделлю.

Тема 11. Застосування градієнтних методів при створенні адаптивних систем.(4 години) **Лекція 24.**Сучасні тенденції розвитку теорії адаптивних систем керування. [1,8]

- 1.Алгоритми швидкісного градієнта і умови їх застосовності.
 2. Робастної алгоритмів швидкісного градієнта.
- Лекція 25** Режими та алгоритми адаптивних систем[1,8]
- 3.Алгоритми швидкісного градієнта в системах з явною еталонною моделлю.
 - 4.Алгоритми швидкісного градієнта в системах з неявній еталонною моделлю.
 5. Сучасні тенденції і перспективи розвитку теорії адаптивних систем керування.
 - 6.Концепція багаторежимного керування.
 7. Комбінування адаптивного і робастного керувань

Тема 12.Нейромережеві системи керування. (4 години)

Лекція 26. Нейромережеві системи керування [4,6,9]

- 1..Головні визначення.
- 2.Нейромережеві системи як самоналагоджувані системи керування
- 3..Типові структури з навченою багатошарової нейронної мережею.
- 4.Реалізаціяч елементів нейромережевих систем керування
- 5.Сумісність з іншими елементами системи,

Лекція 27. Оптимальні по складності нейромережеві структури[4,6,9]

- 1.Нейромережеві структури для побудови адаптивних систем керування
2. Проблеми навчання та адаптації у реальному часі
- 3..Метод швидкісного градієнта.
- 4.Апаратні засоби реалізації . нейромережевих систем керування.

Теми самостійної роботи:

Тема 1

1. Вивчення лекційного матеріалу лекції 1.
2. .Навести приклади застосування методів та теорії.

Тема 2.

3. Вивчення лекційного матеріалів.лекцій 2 і 3.
4. Проаналізувати різницю випадків повної та

неповної інформації..

5. Проаналізувати особливості побудови регуляторів при неповній інформації про вектор стану

Тема 3. . *Оптимальне за швидкодією управління лінійними об'єктами.*

6. Вивчення лекційного матеріалу.лекцій 4,5 і 6.
7. Дослідження фізичного змісту критерія оптимізації

Тема 4. .

8. Вивчення лекційного матеріалу.лекцій 7,8
9. Дослідити зв'язок методу динамічного програмування і принципу максимуму.

Тема 5. .

Вивчення лекційного матеріалу лекцій 9,10.

Тема 6.

Вивчення лекційного матеріалу лекцій 11.12

Тема 7.

Вивчення лекційного матеріалу лекцій 13,14,15

Тема 8.

10. Вивчення лекційного матеріалу лекцій 16,17
Розглянути принципову різницю рухомого керування орієнтацією космічного апарата у різних системах координат

Тема 9.

11. Вивчення лекційного матеріалу.лекцій 18,19 і 20
12. Проаналізувати особливості дослідження систем автоматичного керування з двома ступенями свободи, системи стійкої при нескінченному коефіцієнті посилення.

Тема 10

13. Вивчення лекційного матеріалу.лекцій 21,22,23.
14. Сформувані склад вихідних даних для дослідження. . систем з явною та неявною еталонними моделями
15. Розробити схему дослідження.

Тема 11

- 1.Вивчення лекційного матеріалу лекцій 24,25..
2. Дослідити сучасні тенденції і перспективи розвитку теорії адаптивних систем керування

	<p>Тема12</p> <p>1.Вивчення лекційного матеріалу лекцій 26,27.</p> <p>2.Дослідити сучасні тенденції і перспективи розвитку теорії нейромережових систем керування.</p>
<p>Мова викладання</p>	<p>українська</p>
<p>Рекомендована література</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Александров А.Г. Оптимальные и адаптивные системы /А.Г. Александров - М.: Высшая школа, 1989. - 236 с 2. Алпатов А.П. Динамика космических летательных аппаратов./А.П.Алпатов. – К. Наукова думка,2016.-488 с . 3. Алпатов А.П. Подвижное управление механическими системами./ А.П.Алпатов – К.:Наукова думка, 1999.-200 с. 4. Андриевский Б.Р. Избранные главы теории автоматического управления с при мерами на языке MATLAB /Б.Р. Андриевский, А.Л. Фрадков. - СПб.: Наука, 1999.-467 с. 5. Атанс М. Оптимальное управление /М. Атанс, П. Фалб — М.: Машиностроение, 1968.-764 с. 6. Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник. В 5 т. Т.4. Теория оптимизации систем автоматического управления /Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. - 744 с. 7. Теория автоматического управления. В 2 ч. 4.2 /Под ред. А.А. Воронова. - М.: Высшая школа, 1986. - 504 с. 8. Чураков Е.П. Оптимальные и адаптивные системы /Е.П. Чураков - М.: Энергоатомиздат, 1987. -256 с.
	<p>9.</p>