

СИЛАБУС

Назва дисципліни	Оптимальні та адаптивні системи
Викладач	Анатолій АЛПАТОВ., д.т.н., проф., зав.відділу системного аналізу та проблем керування;т. (056) 372-06-40; email:aalpatov @ukr.net
Курс та семестр, у якому можливе (планується) вивчення дисципліни	Аспірантам, 3 семестр
Факультети, студентам яких пропонується вивчити дисципліну	Відділ системного аналізу та проблем керування
Перелік компетенцій та відповідних результатів навчання, що забезпечує дисципліна	Загальні компетенції: ЗК 1 – здатність генерувати нові ідеї (креативність); ЗК 2 – здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу; ЗК3 – здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; ЗК4 – здатність працювати в міжнародному науковому просторі, спілкуватися іноземною мовою на рівні B2; ЗК6 - здатність до проведення самостійних наукових досліджень, виявлення, постановки та розв'язання наукових проблем; Професійні компетенції: - ФК 1 - здатність використати сучасні досягнення науки і передових технології, виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, керування складними організаційно-

	<p>технічними чи кіберфізичними системами та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях;</p> <ul style="list-style-type: none">- ФК 2 - здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та іноземною мовами, глибоке розуміння іншомовних наукових текстів за напрямом досліджень;- ФК 3 - здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в галузі ракетно-космічної техніки та міждисциплінарні проекти у суміжних галузях, проявляти лідерство під час їх реалізації;- ФК 5 – здатність приймати обґрунтовані рішення в проектних розробках із застосуванням принципів системного аналізу;- ФК 6 – здатність до проведення досліджень процесів керування рухом літальних апаратів на високому науковому рівні;- ФК 7 - здатність до синтезу і аналізу оптимальних систем керування літальними апаратами, відповідних технологічних процесів;- ФК 8 - здатність застосовувати методи математичного аналізу і моделювання, теоретичних та експериментальних досліджень;;- ФК 9 - здатність спілкуватися
--	---

	<p>з представниками інших професійних груп (з експертами) для класифікації завдань, визначення недоліків технічних рішень і підготовки висновків, щодо проведених дослідних та проектних робіт;</p> <p>- ФК 10- здатність до самостійної роботи при підготовці кваліфікаційної роботи, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.</p> <p>Результати навчання: ПРН 8 мати глибокі знання в області динаміки, балістики, систем і процесів керування літальними апаратами; ПРН 9 виявляти, ставити та вирішувати проблеми при створенні пристроїв, приладів, механізмів, систем керування, ракетно-космічної техніки ПРН 10 – уміти розробляти програмне забезпечення для реалізації алгоритмів моделювання складних систем і просеців; ПРН 11 – спланувати та реалізувати на практиці оригінальне самостійне наукове дослідження, яке характеризується новизною, теоретичною і практичною цінністю та сприяє розв'язанню актуальних задач науки і техніки.</p>
Опис дисципліни	
Попередні умови, необхідні для вивчення дисципліни	Знання методів теоретичної механіки, комп'ютерного моделювання, теорії керування, теорії оптимізації систем
Максимальна кількість студентів, які можуть одночасно навчатися	10
Теми аудиторних занять та самостійної роботи	<p>Обсяг – 150 год. з них 38 години лекцій, 10 годин лабораторної роботи, 96 годин самостійної роботи.</p> <p>Основні теми лекцій: Л1. . Завдання оптимального керування як завдання динамічної оптимізації. Л2. Постановка задачі оптимізації динаміки космічних апаратів</p>

Л3 Алгоритм знаходження оптимального керування. Принцип максимуму Понтрягіна. Крайові обмеження. Моделі систем.

Л4. . Задачі екстремального керування. Постановка задачі. Приклади об'єктів керування з екстремальними статичними характеристиками. Принципи побудови одновірних систем екстремального керування. Статичні та динамічні характеристики систем екстремального керування

Л5. . Матричне рівняння Риккати і властивості його рішення. Особливості застосування рівняння Рікати Алгоритм розв'язання задачі. Особливості стаціонарного випадку.

Л6. Характеристика задач аналітичного конструювання оптимальних регуляторів (АКОР). Постановка задачі. Процедури аналітичного конструювання регуляторів. Алгоритми оптимізації при неповній інформації. Приклади реалізації.

Л7 Принцип динамічного програмування. Рівняння Беллмана. і його застосування для вирішення завдань оптимізації . Алгоритм розв'язання задачі для стаціонарних систем. Краєві умови.

Л8 Приклади вирішення задач динамічного програмування.

Л9. Системи рухомого керування (СРК). Вступ до проблеми. Визначення та моделі. Задачі рухомого управління системами з розподіленими параметрами. Задача рухомого управління з зосередженими параметрами.

Л10. Практичне застосування СРК. Приклади реалізації рухомого управління системами з розподіленими параметрами. Приклади реалізації рухомого управління системами з зосередженими параметрами

Л11. Кусково-лінійні системи[. Стійкість в режимі циклічних переключень. Аналіз впливу зовнішніх впливів і похибок переключень за часом.

Л12. . Оцінки значень фазових координат кусочно-лінійних систем. Дослідження

двоканальної системи (приклади). Стійкість систем, що не зводиться до кусочно-лінійним моделей.

Л13. Побудова програм перемикання. Метод функцій стану. Метод функцій Ляпунова

Л14 Синтез регулятора для сепаратних систем. Моделі систем. Типи регуляторів. Методи оптимізації. Приклади.

Л15 Оптимізація параметрів регулятора лінійних нестационарних систем. Методи оптимізації. Моделі систем. Алгоритми.

Приклади

Л16. Динаміка орієнтації і стабілізації космічного апарату при рухомому керуванні.

. Модель динаміки орієнтації і стабілізації космічного апарату. Алгоритми рухомого керування. Орієнтація за допомогою реактивних двигунів. Рухоме керування орієнтацією космічного апарату за допомогою електромаховичних двигунів.

Л17. Одноосьова орієнтація космічного апарату за допомогою магнітопривіда в різних опорних системах координат. Інерціальна система координат. Орбітальна система координат. Орієнтація по вектору магнітної індукції

Л18. Ідентифікація об'єктів управління. Робоча і початкова інформація в системах автоматичного керування. Математичні моделі об'єктів керування зі змінними параметрами. Математичні моделі об'єктів керування із невизначеними параметрами. Математичні моделі об'єктів керування зі змінними і невизначеними параметрами.

Поняття про адаптивні системи.

Л19. Рєрбливості синтезу адаптивних систем керування. Основні принципи побудови контуру адаптації. Класифікація адаптивних систем. Постановка завдання синтезу адаптивних систем керування.

Л 20. Практичні задачі адаптивних систем. Системи автоматичного керування з двома ступенями свободи. Системи, стійкі при нескінченному коефіцієнті посилення.

Пошукові адаптивні системи. Регулярні та

випадкові методи пошуку багатомірних екстремумів.

Л 21. Стохастичні системи. Методи статистичної оптимізації, Алгоритми стохастичною апроксимації. Автоколивальні режими.

Л 22. Самоналагоджувальна система Системи зі стабілізацією частотних характеристик

. Самоналагоджувальна система зі стабілізацією частоти зрізу і запасу стійкості по фазі. Самоналагоджувальна система, заснована на порівнянні високочастотних і низькочастотних складових сигналу

Л 23. Системи з еталонною моделлю.

Алгоритми настройки параметрів в адаптивній системі з неявній еталонною моделлю. Приклад синтезу адаптивної системи з еталонною моделлю.

Л 24. Сучасні тенденції розвитку теорії адаптивних систем керування. Алгоритми швидкісного градієнта і умови їх застосовності. Робастної алгоритмів швидкісного градієнта.

Л 25. Режими та алгоритми адаптивних систем [Алгоритми швидкісного градієнта в системах з явною еталонною моделлю.

Алгоритми швидкісного градієнта в системах з неявній еталонною моделлю. Сучасні тенденції і перспективи розвитку теорії адаптивних систем керування. Концепція багаторежимного керування. Комбінування адаптивного і робастного керувань Концепція багаторежимного керування. Комбінування адаптивного і робастного керування.

26. Нейромережеві системи керування

. Головні визначення. Нейромережеві системи як самоналагоджувані системи керування.

Типові структури з навченою багатошаровою нейронної мережею. Реалізація ч елементів нейромережевих систем керування.

Сумісність з іншими елементами системи,

Л 27. Оптимальні по складності

нейромережеві структури. Нейромережеві структури для побудови адаптивних систем керування. Проблеми навчання та адаптації у

реальному часі. Метод швидкісного градієнта. Апаратні засоби реалізації . нейромережевих систем керування.

Теми самостійної роботи:

Тема 1

Вивчення лекційного матеріалу лекції 1. Навести приклади застосування методів та теорії. оптимального програмного керування

. Тема 2.

1. Вивчення лекційного матеріалів.лекцій 2 і 3.
2. Проаналізувати різницю випадків повної та неповної інформації..
3. *Проаналізувати особливості побудови регуляторів при неповній інформації про вектор стану*

Тема 3.

- 1.Вивчення лекційного матеріалу.лекцій 4,5 і 6.
2. Дослідження фізичного змісту критерія оптимізації

Тема 4. .

1. Вивчення лекційного матеріалу.лекцій 7,8
2. 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.

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

Тема 9.

1. Вивчення лекційного матеріалу.лекцій 18,19 і 20
2. Проаналізувати особливості

	<p>дослідження систем автоматичного керування з двома ступенями свободи, системи стійкої при нескінченному коефіцієнті посилення.</p> <p>Тема 10</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вивчення лекційного матеріалу лекцій 21,22,23. 2. Сформувані склад вихідних даних для дослідження . систем з явною та неявною еталонними моделлями <p>Тема 11</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вивчення лекційного матеріалу лекцій 24,25.. 2. <i>Дослідити сучасні тенденції і перспективи розвитку теорії адаптивних систем керування</i> <p>Тема12</p> <p>Вивчення лекційного матеріалу лекцій 26,27.</p> <p>Теми лабораторних робіт:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. На основі інформації з Інтернет – джерел дослідити сучасні тенденції і перспективи розвитку теорії адаптивних систем керування 2. Проаналізувати особливості побудови регуляторів при неповній інформації про вектор стану в режимі стабілізації КА за допомогою двигунів –маховиків у інерціальній системі координат. 3. На основі спрощеної моделі розробити комп'ютерну програму та дослідити орієнтацію КА за допомогою реактивних двигунів у орбітальній системі координат.
Мова викладання	українська
Рекомендована література	<ol style="list-style-type: none"> 1. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування: Підручник. — 2-ге вид., перероб. і доп. — К.: Либідь, 2007. — 656 с. 2. Markley FL, Crassidis JL. Fundamentals of Spacecraft Attitude Determination and Control. New York: Springer-Verlag, 2014, p.152. 3. Pratt, Roger W. Flight Control Systems - Practical Issues in Design and Implementation.

	<p>—Institution of Engineering and Technology, 2010, p.412.</p> <ol style="list-style-type: none">4. Павловський М.А., Горбулін В.П., Клименко О.М. Системи керування обертальним рухом космічних апаратів. Київ: Наукова думка, 1997.– 199с.5. Knowles G. An Introduction to Applied Optimal Control. New York: Academic Press, 1981, p.35.6. Zhou K, Doyle JC, Glover K. Robust and Optimal Control. New York: Prentice-Hall, 1996, p. 616.7. Алпатов А. П. Динаміка космічних літальних апаратів /А. П. Алпатов//Київ: Наукова думка, 2016. - 487 с.8. De Ruiter, Anton H. J. Spacecraft dynamics and control: an introduction // J. Wiley & Sons, 2013. - 563 p.
--	--