



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Оптимальне керування динамічними системами

**Шифр та назва спеціальності**

F4 – Системний аналіз та наука про дані

Спеціалізація**Освітня програма**

Системний аналіз і управління

Рівень освіти

Перший (бакалаврський)

Семестр

8

Інститут

ННІ Комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Кафедра

Системного аналізу та інформаційно-аналітичних технологій (322)

Тип дисципліни

Обов'язкова, спеціальна

Форма навчання

Денна

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники

**Куценко Олександр Сергійович**

oleksandr.kutsenko@khpі.edu.ua

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри системного аналізу та інформаційно-аналітичних технологій НТУ «ХПІ». Досвід роботи – 45 років. Автор понад 170 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Математичні методи оптимального керування», «Основи системного аналізу», «Сучасні методи оптимального керування», «Основи наукових досліджень»

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна спрямована на оволодіння теоретичними основами сучасних методів оптимального керування. Розглянуто сучасну постановку задачі оптимального керування, фундаментальні математичні основи теорії та методи розв'язання задач оптимального керування на основі варіаційного числення, динамічного програмування та принципу максимуму.

Мета та цілі дисципліни

Виробити у студента теоретичні уявлення та практичні навички щодо методики постановки та розв'язання задач оптимального керування.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, консультації. Підсумковий контроль - іспит

Компетентності

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. .

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК10. Здатність працювати автономно.

СК2. Здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів.

СК5. Здатність формулювати задачі оптимізації при проектуванні систем управління та прийняття рішень, а саме: математичні моделі, критерії оптимальності, обмеження, цілі управління; обирати раціональні методи та алгоритми розв'язання задач оптимізації та оптимального керування

Результати навчання

РН7. Знати основи теорії оптимізації, оптимального керування, теорії прийняття рішень, вміти застосовувати їх на практиці для розв'язування прикладних задач управління і проектування складних систем.

РН9. Вміти створювати ефективні алгоритми для обчислювальних задач системного аналізу та систем підтримки прийняття рішень.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ЄКТС): лекції – 30 год., практичні роботи – 20 год., самостійна робота – 70 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: "Математичний аналіз", "Алгебра та геометрія", "Диференціальні та різницеві рівняння", "Основи системного аналізу".

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Вивчення дисципліни орієнтоване на розгляд лекційного матеріалу та відпрацювання його під час практичних занять.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Перетворення Лежандра	2
Тема 2. Канонічна система рівнянь Гамільтона	2
Тема 3. Варіаційні принципи механіки	2
Тема 4.. Задача оптимального керування з вільним правим кінцем	2
Тема 5. Задача оптимального керування для функціоналів у вигляді Майєра і Больца	2
Тема 6. Задача оптимального керування з рухомим правим кінцем. Умови трансверсальності	2
Тема 7. Задача Больца з рухомим правим кінцем	2
Тема 8. Лінійно-квадратична задача оптимального керування (I)	2
Тема 9. Лінійно-квадратична задача оптимального керування (II)	2

Тема 10. Стабілізація лінійних систем з неповністю відомим вектором стану	2
Тема 11. Методи розв'язання рівняння Ріккати	2
Тема 12. Некласичні методи оптимального керування	2
Тема 13. Метод динамічного програмування	2
Тема 14. Принцип максимуму	2
Тема 15. Оптимальне керування системою 2-го порядку за критерієм швидкодії	2
Загальна кількість годин	30

Практичні заняття

Теми практичних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Тема 1. Перетворення Лежандра	2	1,0
Тема 2. Канонічна система рівнянь Гамільтона	2	1,0
Тема 3. Задача оптимального керування з вільним правим кінцем	2	1,0
Тема 4. Задача оптимального керування з рухомим правим кінцем	2	1,0
Тема 5. Лінійно-квадратична задача оптимального керування	2	1,0
Тема 6. Лінійно-квадратична задача оптимального керування	2	1,0
Тема 7. Методи розв'язання рівняння Ріккати	2	1,0
Тема 8. Метод динамічного програмування	2	1,0
Тема 9. Принцип максимуму	2	1,0
Тема 10. Оптимальне керування системою 2-го порядку	2	
Загальна кількість годин	20	$\sum_{i=1}^n a_i = 10$

Контрольні роботи

Теми контрольних робіт	Вагові коефіцієнти b
Тема 1. Розв'язання задач оптимального керування методами варіаційного обчислення	1,0
Тема 2. Лінійно-квадратична задача оптимального керування	1,0
Загалом	$\sum_{i=1}^m b_i = 2,0$

Самостійна робота

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до контрольних робіт.

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Проблема моментів в задачах оптимального керування	16
Тема 2. Обчислювальні методи в задачах оптимального керування	16

Тема 3. Прямі методи в задачах оптимального керування	20
Тема 4. Тихоновські системи	18
Загальна кількість годин	70

Неформальна освіта

Здобувач має можливість перезарахувати окремі теми або курс шляхом: проходження професійних курсів чи тренінгів, онлайн-освіти, професійних стажувань, у сфері, що відповідає навчальним цілям дисципліни.

Для зарахування необхідно надати: сертифікат (електронний або друкований) про проходження курсу/стажування, опис програми тренінгу із зазначенням змісту тем, обсягу та тривалості.

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Теорія систем керування: підручник / В.І. Корнієнко, О.Ю. Гусєв, О.В. Герасіна, В.П. Щокін; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро: НГУ, 2017. – 497 с. URL : <https://ir.nmu.org.ua/server/api/core/bitstreams/ba6363b6-562e-42af-b06c-06e9f18cc2b3/content>
2. Клименко М.І., Панасенко Є.В., Ткаченко І.Г. Оптимальне керування : конспект лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності «Математика» освітньо-професійної програми «Математика». Запоріжжя : ЗНУ, 2023. 76 с. URL : https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/467357/mod_resource/content/3/Клименко%20%20Панасенко.%20Оптимальне%20керування.%20Конспект%20лекцій12.04.23.pdf
3. Оптимальні системи управління. Навчальний посібник / О. А. Стенін, В. П. Пасько, А. Д. Лемешко, О. М. Польшакова. – Київ, КПІ ім. Сікорського, Видав. Політехніка, 2017. – 172 с. URL : https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2019/Stenin_2017_172.pdf
4. Сучасна теорія керування: навч. посіб. / І.В. Новицький, С.А. Ус, м-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017. – 263 с. URL : <https://files.core.ac.uk/download/pdf/147458043.pdf>
5. Frank S.A. Control Theory. Tutorial Basic Concepts Illustrated by Software Examples. Springer Briefs in Applied Sciences and Technology. 2018. URL : <https://library.oapen.org/bitstream/id/ca08ee4d-3639-43d0-81b7f53ebdfd1e03/1002170.pdf>

Додаткова література

6. Теорія керування для інформатиків: підручник / Ю. В. Крак, А. В. Шатирко. К.: ВПЦ "Київський університет", 2015. URL : http://csc.knu.ua/media/filer_public/e3/88/e388e0dc-be74-4bca-931d815ad4e8c323/tk_dlia_informatikiv.pdf
7. Лозинський О.Ю. Синтез лінійних оптимальних динамічних систем. Навчальний посібник / [О.Ю. Лозинський, А.О. Лозинський, Я. Ю. Марущак, Я. С. Паранчук, В.Б. Цяпа] / Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2016. 392 с.
8. Перестюк М.О., Станжицький О.М., Капустян О.В. Задачі оптимального керування К., ТВіМС, 2004.

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо у відповідності до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх видів навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка відображає всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k :

Поточний контроль (лабораторні заняття), k_1	Контрольні роботи, k_2	Індивідуальне завдання, k_3	Підсумковий контроль, k_4
---	--------------------------	----------------------------------	--------------------------------

0,5

0,2

0,2

0,1

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$.
Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = П \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + Пк \cdot k_4$$

де: $П$ – середньозважена середня оцінка за поточний контроль
 I – оцінка за виконання індивідуального завдання
 K – середньозважена оцінка за контрольні роботи
 $Пк$ – оцінка за підсумковий контроль

$$П = \frac{П_1 \cdot a_1 + П_2 \cdot a_2 + \dots + П_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

де: a_i - ваговий коефіцієнт за кожне практичне (семінарське) або лабораторне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1 + K_2 \cdot b_2 + \dots + K_m \cdot b_m}{\sum_{i=1}^m b_i}$$

де: b_i - ваговий коефіцієнт за кожну контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову ($П, K, I, \dots$) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з [положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ»](#).

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої O з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

30.08.2025

Завідувачка кафедри
Тетяна АЛЕКСАНДРОВА

30.08.2025

Гарант ОП
Юрій ДОРОФЄЄВ