

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Вищої математики та системного аналізу» (№ 405)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис) Юнна ЩЕРБАКОВА
(ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

« 29 » серпня 2025 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Теорія керування

(назва навчальної дисципліни)

Галузі знань: 12 «Інформаційні технології»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальності: 124 «Системний аналіз та наука про дані»

(код і найменування спеціальності)

Освітні програми: «Системний аналіз і управління»

(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025 року

Харків – 2025 р.

Розробник: Ніколаєв О.Г., професор кафедри вищої математики та системного
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)
аналізу, доктор фізико-математичних наук, професор



(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри вищої
математики та системного аналізу (№ 405)

(назва кафедри)

Протокол № 12 від “30” червня 2025 р.

Завідувач кафедри к.ф.-м.н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)



Ніна САВЧЕНКО
(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

студент гр. 453



(підпис)

Володимир ТИТАРЕНКО

(ім'я та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Ніколаєв Олексій Георгійович

Посада: професор кафедри вищої математики та системного аналізу

Науковий ступінь: доктор фізико-математичних наук

Вчене звання: професор

Перелік дисциплін, які викладає:
Алгебра та геометрія; Диференціальні рівняння; Функціональний аналіз;
Рівняння математичної фізики; Теорія керування; Ідентифікація систем

Напрями наукових досліджень:
крайові задачі для ДРЧП, математичне моделювання, теорія оптимального керування, системний аналіз, теорія гармонічних функцій, теорія спеціальних функцій.

Контактна інформація:
a.nikolaev@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна, заочна
Семестр	VII
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	денна: 4 кредити ЄКТС/ 120 г.; лекції 32 г., практика 32 г., самостійна робота 56 г.; заочна: 4 кредитів ЄКТС/ 105 г.; лекції 8 г., практика 8 г., самостійна робота 104 г.;
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий – контроль - іспит
Пререквізити	«Математичний аналіз», «Диференціальні рівняння», «Функціональний аналіз», «Методи оптимізації та дослідження операцій», «Рівняння математичної фізики»
Кореквізити	«Основи системного аналізу», «Системи і методи прийняття рішень»
Постреквізити	Кваліфікаційна робота

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета: засвоєння основних положень варіаційного числення і теорії оптимального керування для їх застосування в прикладних задачах.

Завдання: відпрацювання основних понять, теорем, методів та алгоритмів дисципліни, а саме: постановок основних задач варіаційного числення, необхідних і достатніх умов екстремуму функціоналів, методів застосування варіаційного числення в задачах оптимального керування, принципу максимуму Понтрягіна, методу динамічного програмування.

Компетентності та результати навчання

В результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти може набути таких **компетентностей і результатів навчання:**

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми системного аналізу у професійній діяльності або в процесі навчання, що передбачають застосування теоретичних положень та методів системного аналізу та інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
- здатність спілкуватися державною мовою усно і письмово;
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності.

Фахові компетентності:

- здатність використовувати системний аналіз як сучасну міждисциплінарну методологію, що базується на прикладних математичних методах та сучасних інформаційних технологіях і орієнтована на вирішення задач аналізу і синтезу технічних, економічних, соціальних, екологічних та інших складних систем;
- здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів;
- 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;

- здатність представляти математичні аргументи і висновки з них з ясністю і точністю і в таких формах, які підходять для аудиторії як усно, так і в письмовій формі.

Результати навчання:

- знати і вміти застосовувати на практиці диференціальне та інтегральне числення, ряди та інтеграл Фур'є, векторну та лінійну алгебру, аналітичну геометрію та векторний аналіз, функціональний аналіз та дискретну математику в обсязі, необхідному для вирішення типових завдань системного аналізу;
- знати та вміти застосовувати базові методи якісного аналізу та інтегрування звичайних диференціальних рівнянь і систем, диференціальних рівнянь у частинних похідних, в тому числі рівнянь математичної фізики;
- знати основи теорії оптимізації, оптимального керування та вміти застосовувати їх на практиці для розв'язування прикладних задач управління і проектування складних систем.

4. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основні задачі варіаційного числення

Тема 1. Найпростіша задача на екстремум функціонала. Необхідні умови екстремуму функціонала

Тема 2. Деякі узагальнення найпростішої задачі на екстремум функціонала

Тема 3. Достатні умови сильного і слабого екстремуму функціонала

Тема 4. Канонічна форма рівнянь Ейлера. Теорія Гамільтона – Якобі.

Змістовий модуль 2. Методи варіаційного числення в задачах оптимального керування

Тема 5. Основні поняття та постановки задач оптимального керування

Тема 6. Застосування методів варіаційного числення до розв'язання задач оптимального керування без обмежень

Змістовий модуль 3. Задачі оптимального керування з обмеженнями

Тема 7. Принцип максимуму Понтрягіна

Тема 8. Метод динамічного програмування

5. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми
1	Виконання розрахункової роботи «Дослідження на екстремум функціоналів та розв'язання задач оптимального керування»

6. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації, самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою.

7. Методи контролю

Проведення поточного контролю, розрахункових робіт, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів у відсотках між видами навчального процесу

Вид навчального процесу	Відсоток від максимального балу
Робота на лекції	10%

Робота на практиці	31%
Самостійна робота	10%
Модулі	35%
Індивідуальна робота	14%

Таблиця 8.2 – Розподіл балів у відсотках між змістовними модулями

Змістовий модуль	Відсоток від максимального балу
ЗМ 1	52%
ЗМ 2	48%

Протягом семестру студент отримує бали за накопичувальною системою згідно з наступними нормами.

Робота на лекції – активна форма засвоєння матеріалу курсу: 0,5 бали ставиться за продумані питання, які студент задає лектору, участь в обговоренні предмета лекції, відповіді на питання, які по ходу лекції задає викладач. Активність студента може заохочуватися додатковими коефіцієнтами, які множаться на 0,5 бали.

Робота на практичному занятті оцінюється так: 1,5 бали за захист виконаного домашнього завдання, 2 бали за самостійно розв'язану задачу або 1 бал за розв'язану задачу за допомогою викладача, 2 бали за обґрунтовану відповідь на теоретичне питання з доведенням основних положень біля дошки.

Самостійна робота – 1 бал ставиться студенту за виконання домашнього завдання разом з його захистом в поза аудиторний час.

Індивідуальне завдання включає виконання та захист розрахункової роботи, за які максимально студент може отримати 20 балів.

Модульний контроль проводиться два рази на семестр, за кожний модуль студент може максимально отримати 25 бали.

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відсутності позитивної семестрової атестації студента або при відмові студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту. При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів

Таблиця 8.3 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Задовільно (60-74). Оцінка ставиться, якщо студент знає основні поняття дисципліни, деякі з них може пояснювати і обґрунтовувати. Не менше ніж 3 рази виступав на практичних заняттях з правильними відповідями. Не менше ніж 60% домашніх та контрольних завдань правильно розв'язані, розв'язання мають пояснення.

Добре (75-89). Оцінка ставиться, якщо студент, вільно володіє логіко-понятійним апаратом курсу, може обґрунтувати основні його положення. Не менше ніж 5 разів виступав на практичних заняттях з правильними відповідями. Не менше ніж 75% домашніх та контрольних завдань правильно розв'язані, всі розв'язки мають пояснення, розв'язання решти завдань можуть мати несуттєві неточності.

Відмінно (90-100). Оцінка ставиться, якщо студент, має стійкі системні знання з дисципліни, уміє їх обґрунтовувати, узагальнювати та продуктивно їх використовує на творчому рівні. Систематично виступає на практичних заняттях з правильними відповідями. Домашні та контрольні завдання розв'язані правильно та мають пояснення до кожного етапу розв'язання.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять і виконання вимог навчального плану:

Згідно з «Правилами внутрішнього розпорядку Національного аерокосмічного університету «ХАІ»» студент зобов'язаний:

- відвідувати всі види навчальних занять;
- виконувати всі вимоги навчального плану в терміни, визначені графіком організації навчального процесу;
- підтримувати порядок під час проведення занять;
- у разі неможливості з поважних причин відвідувати заняття, скласти екзамен тощо, інформувати про це деканат факультету і випускову кафедру, викладача, який проводить заняття, і обов'язково виконувати програму дисципліни дистанційно (самостійно) з проведенням контролю з боку кафедри.

Дотримання вимог академічної доброчесності. Здобувач освіти повинний дотримуватися принципів академічної доброчесності закладених «Положенням про академічну доброчесність» Національного аерокосмічного університету «ХАІ», затвердженим Вченою радою ХАІ 20.06.2019 р. протокол № 13 із змінами від 22.01.2020 р.

Вирішення конфліктів. Викладачі і здобувачі освіти в своїх взаємовідносинах повинні дотримуватися «Кодексу етики в Національному аерокосмічному університеті «ХАІ»», затвердженого Вченою радою університету 20.06.2019 р., протокол №13. У разі виникнення конфліктів між здобувачами освіти або між здобувачем освіти та викладачем для його вирішення слід керуватися «Положення про запобігання і протидію дискримінації, врегулювання конфліктних ситуацій».

10. Методичне забезпечення

Навчальні ресурси (лекції, методичні рекомендації до виконання практичних занять та самостійної роботи) розташовано за посиланням:

<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=9280>

11. Рекомендована література

1. Н Андрусенко О.М., Ванін В.А., Головченко О.В., Кошовий А.Г. Теорія керування. Навч. посібник. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т „Харк. авіац. ін-т”, 2007.
2. Брисіна І.В., Головченко О.В., Ніколаєв О.Г. та ін. Практичний курс вищої математики в чотирьох книгах. Кн. 4. Варіаційне числення. Рівняння математичної фізики. Випадкові процеси. Навч. посібник для ВНЗ. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т „Харк. авіац. ін-т”, 2004.
3. Головченко О.В., Курпа Л.І., Ніколаєв О.Г., Ванін В.А. Варіаційні методи. Навч. посібник. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т „Харк. авіац. ін-т”, 2008.
4. Новицький І.В., Ус С.А. Сучасна теорія керування. – Дніпро: НГУ, 2017.
5. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія керування. – К. Либідь, 2007.
6. Бахрушин В.С., Огаренко Т.Ю. Теорія керування: навчальний посібник. – Запоріжжя: КПУ, 2014.
7. Перестюк М.О., Станжицький О.М., Капустян О.В., Ловейкин Ю.В. Варіаційне числення та методи оптимізації. – К.: КНУ, 2010.
8. Моклярчук М.П. Варіаційне числення. Екстремальні задачі. Підручник. – К.: ВПЦ «Київський ун-т», 2009.
9. Моклярчук М.П. Збірник задач із варіаційного числення та методів оптимізації. – К.: ВПЦ «Київський ун-т», 2014.
10. Стенін О.А., Пасько В.П., Лемешко А.Д., Польшакова О.М. Оптимальні системи управління: навч. посіб. – К.: Вид-во «Політехніка», 2017.
11. Ладієва Л.Р. Оптимальне керування системами. – К.: КПІ, 2019.
12. Bellman R.E., Dreyfus S.E. Applied Dynamic Programming. – Princeton University Press, 1962.
13. Naidu D.S. Optimal Control Systems. – CRC PRESS, 2000.
14. Bubnicki Z. Modern Control Theory. Springer, 2005.
15. Lewis F.L., Vrabie D., Syrmos V.L. Optimal Control. – John Wiley&Sons, Inc., 2012.

12. Інформаційні ресурси

Сайт бібліотеки: <https://library.khai.edu>.