



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



# Функціональний аналіз

**Шифр та назва спеціальності**  
113 – Прикладна математика

**Інститут**  
ННІ Комп'ютерних наук та інформаційних технологій

**Освітня програма**  
Інтелектуальний аналіз даних

**Кафедра**  
Комп'ютерна математика та аналіз даних

**Рівень освіти**  
Бакалавр

**Тип дисципліни**  
Спеціальна (фахова), Обов'язкова

**Семестр**  
5

**Мова викладання**  
Українська

## Викладачі, розробники



**Сердюк Ірина Василівна**

[iryna.serdiuk@khpi.edu.ua](mailto:iryna.serdiuk@khpi.edu.ua)

Доцентка кафедри комп'ютерної математики і аналізу даних НТУ «ХПІ»

Автор та співавтор понад 30 наукових та навчально-методичних праць.  
Курси: «Алгебра та геометрія», «Функціональний аналіз», «Лінійна алгебра»

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Функціональний аналіз є одним із центральних розділів сучасної математики. Він вивчає нескінченномірні простори і оператори в них. Поняття та методи функціонального аналізу дозволяють на строгому математичному рівні формувати постановки як класичних, так і сучасних математичних задач та будувати їх розв'язки. Функціональний аналіз знаходить свої застосування в таких суміжних областях, як диференціальні та інтегральні рівняння, рівняння математичної фізики, обчислювальна математика, теорія ймовірностей тощо.

### Мета та цілі дисципліни

Мета вивчення дисципліни полягає в опануванні необхідних компетентностей в галузі функціонального аналізу. Формування у студентів базових теоретичних знань та практичних навичок розв'язання задач.

Виробити у студентів навички математичного теоретико дослідження прикладних питань та вміння звести задачу до математичних моделей теорії функціонального аналізу.

### Формат занять

Лекції, практичні заняття, розрахункова робота, консультації, самостійна робота. Підсумковий контроль – іспит.

### Компетентності

ЗК 1. Здатність учитися та оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 3. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК 4. Здатність бути критичним і самокритичним.

ЗК 6. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 12. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

ЗК 13. Навички міжособистісної взаємодії.

ЗК 14. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

ЗК 15. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

СК 1. Здатність використовувати й адаптувати математичні теорії, методи та прийоми для доведення математичних тверджень і теорем.

СК 2. Здатність виконувати завдання, сформульовані у математичній формі.

СК 3. Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язання прикладних задач, моделювання, аналізу, проектування, керування, прогнозування, прийняття рішень.

## Результати навчання

РН 1. Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і використовувати їх на практиці.

РН 2. Володіти основними положеннями та методами математичного, комплексного та функціонального аналізу, лінійної алгебри та теорії чисел, аналітичної геометрії, теорії диференціальних рівнянь, зокрема рівнянь у частинних похідних, теорії ймовірностей, математичної статистики та випадкових процесів, чисельними методами.

РН 14. Виявляти здатність до самонавчання та продовження професійного розвитку.

РН 15. Уміти організувати власну діяльність та одержувати результат у рамках обмеженого часу.

РН 16. Демонструвати навички взаємодії з іншими людьми, уміння працювати в команді.

РН 17. Уміти здійснювати збір, опрацювання, аналіз, систематизацію науково-технічної інформації, уникаючи при цьому академічної недоброчесності.

РН 19. Збирати та інтерпретувати відповідні дані й аналізувати складності в межах своєї спеціалізації для донесення суджень, які відбивають відповідні соціальні та етичні проблеми.

РН 20. Демонструвати навички професійного спілкування, включаючи усну та письмову комунікацію українською мовою та принаймні однією з офіційних мов ЄС.

РН 22. Знати та розуміти методи розв'язання математичних задач інтелектуального інформаційного пошуку та видобування знань.

## Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 90 год. (3 кредитів ECTS): лекції – 22 год., практичні заняття – 22 год., самостійна робота – 46 год.

## Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Математичний аналіз», «Аналітична геометрія», «Лінійна алгебра», «Чисельні методи».

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На практичних заняттях використовуються проектний підхід до навчання. Навчальні матеріали доступні студентам через OneNote Class Notebook.

# Програма навчальної дисципліни

## Теми лекційних занять

Тема 1. Рекурентні співвідношення та їх класифікація. Розв'язання рекурентних співвідношень першого порядку зі сталими та змінними коефіцієнтами.

Тема 2. Розв'язання рекурентних співвідношень другого порядку зі сталими та змінними коефіцієнтами.

Тема 3. Метричні простори. Метрика та її аксіоми. Множини в метричних просторах. Фундаментальні послідовності. Повні метричні простори. Приклади метричних просторів. Відображення у метричному просторі. Стислі відображення. Принцип стислих відображень. Оцінка збіжності послідовних наближень.

Тема 4. Нормовані простори. Аксіоми норм. Перетворення нормованого простору у метричний. Приклади нормованих просторів.

Тема 5. Граничні співвідношення в лінійних нормованих просторах. Ряди в нормованих просторах. Теорема про збіжність ряду в банаховому просторі. Лінійна незалежність векторів. Базис.

Тема 6. Лінійні підмножини та лінійні підпростори нормованих просторів. Кінцевовимірні нормовані простори. 1,2,3 векторні норми. Теорема про підпорядкованість норм.

Тема 7. Скалярний добуток у лінійному просторі. Гільбертовий простір. Інтеграл Лебега та

метрика простору  $L_2[a, b]$ . Деякі узагальнення простору  $L_2[a, b]$ . Ортогональне доповнення підпростору гільбертова простору. Теорема про розклад вектора на ортогональні складова частини.

Тема 8. Ортонормовані системи векторів. Процес ортогоналізації Соніна – Шмідта. Ортогональне проектування. Ряди Фур'є в гільбертовому просторі.

Тема 9. Лінійні оператори в нормованих просторах. Неперервність та обмеженість. Норми операторів. Операторні норми операторів. Простір лінійних операторів. Повнота простору лінійних операторів.

Тема 10. Інтеграл Рімана - Стільт'єса.

Тема 11. Лінійні функціонали. Неперервність та обмеженість. Загальна форма лінійних функціоналів у гільбертовому просторі.

Тема 12. Обернений лінійний оператор. Приклади обернення операторів.

## Теми практичних занять

Тема 1. Рекурентні співвідношення 1-го порядку.

Тема 2. Рекурентні співвідношення 2-го порядку.

Тема 3. Контрольна робота №1 «Рекурентні співвідношення»

Тема 4. Метричні простори.

Тема 5. Лінійні нормовані простори. Ряди в нормованих просторах.

Тема 6. Скалярний добуток у просторах  $C, L_p, c, l_p, m$ . Ортогоналізація системи векторів.

Тема 7. Ряди Фур'є.

Тема 8. Обчислення норм лінійних операторів.

Тема 9. Інтеграл Рімана - Стільт'єса.

Тема 10. Лінійні функціональні рівняння.

Тема 11. Обернений лінійний оператор.

Тема 12. Контрольна робота №2 «Нормовані простори».

## Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

## Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального розрахункового завдання. Оформлюється у письмовому вигляді. Самостійна робота передбачає опрацювання матеріалу лекцій, розв'язування

задач, підготовку до модульних контрольних робіт, виконання розрахункових робіт, підготовку до іспиту. Самостійна робота з можливістю консультацій з викладачем.  
Студентам також рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті, книги) для самостійного вивчення.

## Література та навчальні матеріали

1. Мокін, Борис Іванович.

Функціональний аналіз, адаптований до прикладних задач в галузі інформаційних технологій [Текст] : навч. посіб. / Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, О. Б. Мокін ; Вінниц. нац. техн. ун-т. - Вінниця : ВНТУ, 2020. – 191 с. : рис., табл. – Бібліогр.: с. 190-191. – 50 (1-й запуск 1-21) прим. – ISBN 978-966-641-796-4

<https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/34634/86392.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

2. Ніколаєв, Олексій Георгійович.

Функціональний аналіз [Текст] : підручник / О. Г. Ніколаєв ; Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т". – Харків : ХАІ, 2021. – 231 с. : рис. – Бібліогр.: с. 229. – 100 прим. – ISBN 978-966-662-832-2

3. Кадець, Володимир Михайлович.

Курс функціонального аналізу та теорії міри [Текст] : підручник / В. М. Кадець ; пер. з рос. Я. С. Магола, д-р фіз.-мат. наук І. Е. Чижиков ; за наук. ред. проф. О. Б. Скаскіна. – Л. : І. Е. Чижиков [вид.], 2012. – 589 с. – (Університетська бібліотека ; т. 1). – Бібліогр.: с. 571-575. – 500 прим. - ISBN 978-966-2645-03-3.

4. Березанський, Юрій Макарович.

Функціональний аналіз [Текст] : підручник / Ю. М. Березанський, Г. Ф. Ус, З. Г. Шефтель ; пер. з англ. канд. фіз.-мат. наук Т. С. Кудрик, д-р фіз.-мат. наук О. Б. Скасків ; за наук. ред. проф. В. А. Михайлеця та проф. О. Б. Скасківа. – Львів : І. Е. Чижиков [вид.], 2014. – 558 с. –м (Серія "Університетська бібліотека" ; т. 3). – Бібліогр.: с. 545-549. – Пер. изд. : Functional analysis / Yu. M. Berezansky, Z. G. Sheftel, G. F. Us. – 2010. - 500 прим.

ISBN 978-966-2645-12-5.

5. Функціональний аналіз : навч. посіб. для студентів спеціальності «Системний аналіз» усіх форм навчання / Г. С. Буланов, О. Г. Ровенська, В. М. Астахов. – Краматорськ : ДДМА, 2017. – 63 с. – ISBN 978-966-379-788-5.

[http://www.dgma.donetsk.ua/metod/vm/BM\\_Ровенская\\_укр.pdf](http://www.dgma.donetsk.ua/metod/vm/BM_Ровенская_укр.pdf)

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Студенту рекомендовано відвідувати як лекційні заняття, так і практичні заняття. Виконання розрахункових робіт є необхідною умовою для отримання оцінки. Виконання контрольних робіт та здача іспиту є обов'язковими.

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді іспиту (40%) та поточного оцінювання (60%).

Іспит: письмове завдання (2 теоретичних запитання + 2 задачі з кожного модуля (3)) та усна доповідь.

Поточне оцінювання: 3 контрольні роботи та розрахункове завдання (по 20% за кожний модуль).

### 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<br>(потрібне додаткове вивчення) | FX   |
| 1–34       | Незадовільно<br>(потрібне повторне вивчення)  | F    |

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент 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

Дата погодження, підпис  
31.08.2023 р.

Завідувач кафедри  
Олена АХІЄЗЕР

Дата погодження, підпис  
31.08.2023 р.

Гарант ОП  
Олена АХІЄЗЕР