


**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ

Кафедра обчислювальної математики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

**Заступник декана
з навчальної роботи**


Олена КАШПУР

«15»  **2021** року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Функціональний аналіз
для студентів

галузь знань **12 «Інформаційні технології»**

спеціальність **122 “Комп’ютерні науки”**

освітній рівень **бакалавр**

освітня програма **«Інформатика»**

вид дисципліни **вибіркова**

Форма навчання

заочна

Навчальний рік

2021/2022

Семестр

5

Кількість кредитів ECTS

4

Мова викладання, навчання
та оцінювання

українська

Форма заключного контролю

залік

Викладачі: д.ф.-м.н., професор Ключин Д.А. (лекції)

д.ф.-м.н професор Семенов В.В. (практичні заняття)

асистент Томошенко А.А. (практичні заняття)

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2021

Розробники: Дмитро КЛЮШИН, професор кафедри обчислювальної математики,


ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри обчислювальної математики

 Сергій ЛЯШКО


Протокол № 10 від «27» 01 2021 р.

Схвалено гарантом освітньо-професійної програми «Інформатика»

 Людмила ОМЕЛЬЧУК «15» 12 2021 року

Схвалено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «15» 12 2021 року № 4

Голова науково-методичної комісії  доцент, к.ф.-м.н. Людмила ОМЕЛЬЧУК
(підпис)

1. Мета дисципліни – оволодіння фундаментальними знаннями з функціонального аналізу і здобуття навичок розв’язування задач з функціонального аналізу.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Успішне опанування курсу: математичний аналіз
2. Знати: основні поняття і факти математичного аналізу
3. Вміти: розв’язувати задачі з математичного аналізу
4. Володіти елементарними навичками: пошуку інформації в Інтернеті

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Функціональний аналіз» є складовою освітньо-професійної програми підготовки фахівців за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 122 «Комп’ютерні науки», освітньо-професійної програми «Інформатика».

Дана дисципліна є вибірковою навчальною дисципліною за програмою “Інформатика”. Викладається у 2 семестрі 2 курсу в обсязі – 120 год.

(4 кредити ECTS) зокрема: лекції – 6 год., консультації – 1 год., практичні – 3 год., самостійна робота – 110 год. У курсі передбачено 3 частини, 3 контрольні роботи. Завершується дисципліна – заліком в 5 семестрі.

4. Завдання (навчальні цілі):

набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у програмуванні, відповідно до кваліфікації фахівців з інформаційних технологій. Зокрема, розвивати:

- здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;
- здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв’язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп’ютерних наук, аналізу та інтерпретування.;
- здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об’єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв’язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв’язування професійних задач.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
PH1.1	Знати основні поняття і теореми функціонального аналізу	Лекція,	Тест, 60% правильних відповідей	10%

PH 1.2	Знати прийоми і методи розв'язання задач з функціонального аналізу	Лекція практичне заняття.	Контрольна робота, 60% правильних відповідей	20%
PH 2.1	Вміти застосовувати на практиці основні факти функціонального аналізу для розв'язання задач	Лекція, самостійна робота, практичне заняття.	Контрольна робота, 60% правильних відповідей	30%
PH 3.1	Обгрунтовувати власний погляд на задачу, співпрацювати з колегами, правильно оформляти розв'язки задач	Лекція, самостійна робота, практичне заняття.	Поточне оцінювання, практичне заняття	10%
PH 4.1	Організовувати свою самостійну роботу для досягнення результату	Лекція, практичне заняття.	Поточне оцінювання.	10%
PH 4.2	Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість	Лекція, практичне заняття.	Поточне оцінювання.	10%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни Програмні результати навчання	1.1	1.2	1.3	2.1	3.1	4.1	4.2
ПРН5. Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій.	+	+	+	+			
ПРН2. Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.				+	+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Контрольна робота 1: РН 1.1., РН 1.2 — 20 балів/12 балів.
2. Контрольна робота 2: РН1.3 - 20 балів/12 балів.
3. Тест 1: РН1.1, РН 2.1, РН3.1 – 10 балів/6 балів.
4. Тест 2: РН1.2, РН 2.1, РН3.1 – 10 балів/6 балів.
5. Самостійна робота 1: РН1.1, РН 2.1, РН3.1 – 20 балів/12 балів.
6. Самостійна робота 1: РН1.1, РН 2.1, РН3.1 – 20 балів/12 балів.

- підсумкове оцінювання (у формі заліку):

- форма проведення і види завдань: підрахунок балів за семестр.

Запитання для контрольних робіт

1. Топологічна структура. Топологічні простори.
2. Відкриті і замкнені множини.
3. Оператори замикання і взяття внутрішності.
4. Всюди щільні і ніде не щільні множини.
5. Сепарабельність топологічного простору.
6. Індукована топологія.
7. База топології.
8. Аксиоми зліченості.
9. Аксиоми віддільності.
10. Збіжність послідовностей в топологічних просторах
11. Відкриті і замкнені відображення.
12. Неперервні відображення і гомеоморфізми.
13. Метричні простори. Приклади метричних просторів. Властивості метрики.
14. Повні метричні простори. Теорема про вкладені кулі.
15. Повні метричні простори. Теорема Бера.
16. Повні метричні простори. Принцип стискаючих відображень.
17. Ізометрія. Теорема про поповнення.
18. Компактність. Теорема Хаусдорфа.
19. Лінійні простори. Лінійні функціонали. Опуклі множини і опуклі функціонали.
20. Теорема Хана-Банаха для лінійного простору.
21. Нормовані простори. Приклади.
22. Теорема Хана-Банаха для нормованого простору.
23. Банахові простори. Приклади.
24. Простір лінійних обмежених операторів.
25. Рівномірна і поточкова збіжність операторів.
26. Теорема Банаха-Штейнгауза.
27. Обернені оператори. Теорема Банаха про обернений оператор.
28. Спряжений простір та його властивості.
29. Евклідові простори. Нерівність Коші-Буняковського.
30. Поняття ортогональності.
31. Теорема Рісса.
32. Теорема Релліха.
33. Ряди Фур'є. Теорема Рісса-Фішера.
34. Теорема про ізоморфізм.

Студент не допускається до заліку, якщо під час семестру набрав менше ніж 6 балів за першу або другу контрольну або менше 12 балів за третю.

7.2 Організація оцінювання:

Терміни проведення форм оцінювання:

- 1. Контрольна робота (тест): до останнього тижня семестру.*
- 2. Контрольна робота (тест): до останнього тижня семестру.*
- 3. Тест 1: до останнього тижня семестру.*
- 4. Тест 2 - до останнього тижня семестру.*

Студент має право на одне перескладання кожної контрольної роботи із можливістю отримання максимально 80% початково визначених за цю контрольну роботу балів. Термін перескладання визначається викладачем.

У разі неякісного виконання лабораторної роботи, викладач має право не зарахувати лабораторну роботу, або знизити за неї бали.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план семінарських занять

№ п. п.	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Практичні	Самост. робота
Частина 1 “Простори”				
1	Тема 1. Топологічні структури Самостійна робота: розв’язання задач (домашня робота)	0,5		5
2	Тема 2. Методи введення топології Самостійна робота: розв’язання задач (домашня робота)	0,5		5
3	Тема 3. Неперервні відображення і гомеоморфізми Самостійна робота: розв’язання задач (домашня робота)	0,5		5
4	Тема 4. Компактність Самостійна робота: розв’язання задач (домашня робота)	0,5		5
5	Тема 5. Метричні простори Самостійна робота: розв’язання задач (домашня робота)	0,5	0,5	5
6	Тема 6. Повні метричні простори Самостійна робота: розв’язання задач (домашня робота)	0,5	0,5	5
7	Тема 7. Лінійні простори Самостійна робота: розв’язання задач (домашня робота)		0,5	10
8	Тема 8. Нормовані простори Самостійна робота: розв’язання задач (домашня робота)		0,5	10
	Контрольна робота № 1			10
Частина 2 “Теорія операторів”				
7	Тема 9. Простір лінійних обмежених операторів Самостійна робота: розв’язання задач (домашня робота)	0,5		5
8	Тема 10. Принцип рівномірної обмеженості Самостійна робота: розв’язання задач (домашня робота)	0,5		5
9	Тема 11. Принцип відкритості відображень Самостійна робота: розв’язання задач (домашня робота)	0,5		5
10	Тема 12. Євклідові простори Самостійна робота: розв’язання задач (домашня робота)	0,5		5
11	Тема 13. Гільбертові простори Самостійна робота: розв’язання задач (домашня робота)	0,5	0,5	10
12	Тема 14. Теорема про ізоморфізм	0,5	0,5	10

	Самостійна робота: розв'язання задач (домашня робота)			
	Контрольна робота № 2			10
	ВСЬОГО	6	3	110

Загальний обсяг 120 год., в тому числі:

Лекції – 6 год.

Практичні заняття – 3 год.

Консультації - 1 год.

Самостійна робота – 110 год.

9. Рекомендовані джерела:

Основні:

1. Александрян Р.А., Мирзаханян Э.А. Общая топология. - М.:Высшая школа, 1979. - 336 с.
2. Архангельский А. В., Пономарев В. И. Основы общей топологии в задачах и упражнениях. – М., 1974;
3. Березанский Ю.М., Г.Ф.Ус, Шефтель З.Г. Функциональный анализ. - К.: Вища школа, 1990. - 600 с.
4. Вулих Б.З. Введение в функциональный анализ. - М.: Наука, 1967. - 416 с.
5. Канторович Л.В., Акилов Г.П. Функциональный анализ. - М.: Наука, 1984. - 752 с.
6. Ключин Д.А., Семенов В.В. Задачі та вправи з курсу “Функціональний аналіз”. Елементи загальної топології. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2005. – 67 с.
7. Ключин Д.А., Семенов В.В. Задачі та вправи з курсу “Функціональний аналіз”. Лінійні нормовані простори та лінійні неперервні функціонали. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2006. – 39 с.
8. Ключин Д.А., Семенов В.В. Задачі та вправи з курсу “Функціональний аналіз”. Теорія операторів. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2006. – 32 с.
9. Ключин Д.А. Функциональный анализ. — К: ВПЦ КНУ, 2015. — 127 с.
10. Колмогоров А.Н. Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа.- М: Наука, 1981. - 544 с.
11. Садовничий В.А. Теория операторов. - М.:Изд-во Московского университета, 1986. - с. 368 с

Додаткові:

1. Александров П.С.. Введение в теорию множеств и общую топологию. – Наука, 1977
2. Келли Дж. Общая топология. – М.: Наука, 1981.
3. Куратовский К., Топология, пер. с англ., т. 1—2, М., 1966—69;
4. Люстерник Л.А., Соболев В.И. Краткий курс функционального анализа. – М.: Высшая школа, 1982. – 271 с.
5. Люстерник Л.А., Соболев В.И. Элементы функционального анализа. – М: Наука, 1965.
6. Треногин В.А. Функциональный анализ. – М.: Наука, 1993. – 496 с.
7. Треногин В.А., Писаревский Б.М., Соболева Т.С. Задачи и упражнения по функциональному анализу. – М.: Наука, 1984. – 256 с.
8. Энгелькинг Р. Общая топология. – М.: Мир, 1986.

В тому числі й інтернет ресурси

Персональна сторінка проф. Ключина Д.А . <http://om.univ.kiev.ua/ua/user-15>. Персональна сторінка проф. Семенова В.В.. <http://om.univ.kiev.ua/ua/user-5>.