

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра математичного аналізу**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
Заступник декана  
з навчальної роботи  
Механіко-  
математичний  
факультет  
Харитонов О.М..  
« 21 вересня » 2021 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Функціональний аналіз  
для студентів**

галузь знань	<b>11 «Математика та статистика»</b>
спеціальність	<b>111 «Математика»</b>
освітній рівень	<b>перший (бакалавр)</b>
освітня програма	<b>«Математика»</b>
вид дисципліни	<b>обов'язкова</b>

Форма навчання	<b>денна</b>
Навчальний рік	<b>2021/2022</b>
Семестр	<b>6</b>
Кількість кредитів ECTS	<b>4</b>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<b>українська</b>
Форма заключного контролю	<b>іспит</b>

Викладачі: Константінов Олексій Юрійович, к.ф.-м. н., доцент кафедри математичного аналізу,  
Чайковський Андрій Володимирович, д.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри математичного аналізу

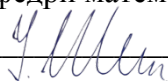
Пролонговано: на 20 /20 н.р. ( ) « » 20 р.  
на 20 /20 н.р. ( ) « » 20 р.

**КИЇВ – 2021**

Розробник: Константинов Олексій Юрійович, к.ф.-м. н., доцент кафедри математичного аналізу

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри математичного аналізу

\_\_\_\_\_ 

Шевчук І.О.

Протокол №5 від 14 січня 2021 р.

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від “30” березня 2021 року №8

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_



професор, д.ф.-м.н. Олійник А.С.

**1. Мета дисципліни :** оволодіння основними поняттями та методами функціонального аналізу, теорії лінійних нормованих, банахових та гільбертових просторів просторів, теорії лінійних неперервних функціоналів та операторів.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

1. *Знати:* основні факти математичного аналізу, лінійної алгебри, теорії міри та інтеграла.
2. *Вміти:* використовувати основні означення та твердження математичного аналізу, лінійної алгебри, теорії міри та інтеграла для обґрунтування дій з послідовностями, матрицями та функціями.
3. *Володіти елементарними навичками:* знаходити границі послідовностей та функцій, похідні та значення інтегралів.

**3. Анотація навчальної дисципліни:** Навчальна дисципліна «Функціональний аналізу» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 11 Математика та статистика, зі спеціальності 111 Математика освітньої програми «Математика». Дана дисципліна є обов'язковою

Викладається в 6 семестрі III курсу в **обсязі – 120 год. (4 кредитів ECTS)** зокрема: *лекції –38 год, практичних занять–20 год, самостійна робота – 60 год., консультації – 2 год.* У курсі передбачено 2 змістових модулів: 2 модульні контрольні роботи. Завершується дисципліна **іспитом.**

**4. Завдання (навчальні цілі):** формування здатності розв'язувати складні задачі та практичні проблеми у математиці або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів математики і статистики, та характеризується комплексністю та невизначеністю умов; набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у математиці, відповідно до освітнього рівня «Бакалавр». Зокрема, професійне оволодіння компетентностями:

- 1) Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- 2) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- 3) Знання й розуміння математики та професійної діяльності;
- 4) Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями;
- 5) Здатність приймати обґрунтовані рішення;
- 6) Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань);
- 7) 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;
- 8) Здатність використовувати у професійній діяльності базові знання з галузей математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук;
- 9) Здатність використовувати стандартні прийоми та методи математичних досліджень, проявляти творчий підхід, ініціативу.

Спеціальні компетентності

- 10) Здатність формулювати проблеми математично та в символічній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання;
- 11) Здатність подавати математичні міркування та висновки з них у формі, придатній для цільової аудиторії, а також аналізувати та обговорювати математичні міркування інших осіб, залучених до розв'язання тієї самої задачі;

- 12) Здатність здійснювати міркування та виокремлювати ланцюжки міркувань у математичних доведеннях на базі аксіоматичного підходу, а також розташовувати їх у логічну послідовність, у тому числі відрізняти основні ідеї від деталей і технічних викладок;
- 13) Здатність конструювати формальні доведення з аксіом та постулатів і відрізняти правдоподібні аргументи від формально бездоганих;
- 14) Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем;
- 15) Здатність застосовувати чисельні методи для дослідження математичних моделей;
- 16) Здатність до аналізу математичних структур, у тому числі до оцінювання обґрунтованості й ефективності використовуваних математичних підходів;
- 17) Здатність виражати терміни специфічної предметної області мовою математики;
- 18) Здатність розуміти проблеми та виділяти їхні суттєві риси;
- 19) Здатність отримувати якісну інформацію на основі кількісних даних;
- 20) Здатність розробляти експериментальні та спостережні дослідження й аналізувати дані, отримані на їх основі;
- 21) Здатність пояснювати математичними термінами результати, отримані під час розрахунків.

## 5. Результати навчання за дисципліною

Результат навчання (РН) (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		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 (Формуються розробником)			
РН 1.1	Знати властивості банахових та гільбертових просторів	<i>Лекція, практичне заняття</i>	<i>Контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), колоквиум, екзамен, активна робота на лекції, усні відповіді</i>	10%
РН 1.2	Знати властивості лінійних неперервних функціоналів			10%
РН 1.3	Знати властивості лінійних неперервних операторів			10%
РН 1.4	Знати властивості компактних операторів			10%
РН 2.1	Вміти знаходити норми векторів, функціоналів та операторів	<i>Лекція, практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота 2 (60% правильних відповідей), екзамен, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	20%
РН 2.2	Вміти досліджувати збіжність векторів, функціоналів та операторів			15%

PH 2.3	Вміти досліджувати компактність операторів	Практичне заняття, самостійна робота	Контрольна робота 2 (60% правильних відповідей), екзамен, виконання завдань, винесених на самостійну роботу	15%
PH 3.1	Здатність обґрунтовувати власний погляд на задачу та формулювати робочі гіпотези, спілкуватися з колегами з питань застосування математичних методів та теорій	Лекція, практичне заняття, самостійна робота	активна робота на лекції, практичних заняттях, усні відповіді	5%
PH 3.2.	Вироблення навиків командної роботи	Лекція, практичне заняття, самостійна робота	активна робота на лекції, практичних заняттях, усні відповіді	5%

## 6. Співвідношення результатів навчання із програмними результатами навчання

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни									
	PH 1.1	PH 1.2	PH 1.3	PH 1.4	PH 2.1	PH 2.2	PH 2.3	PH 3.1	PH 3.2	
<b>PH-1</b> - Знати основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, розуміти сучасні тенденції в математиці	+	+	+	+	+	+	+	+		
<b>PH-3</b> - Знати принципи <i>modus ponens</i> (правило виведення логічних висловлювань) та <i>modus tollens</i> (доведення від супротивного) і використовувати умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень;	+	+	+	+	+	+	+	+		
<b>PH-4</b> - Розуміти фундаментальну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми;	+	+	+	+	+	+	+	+		
<b>PH-10</b> - Розв'язувати задачі придатними математичними методами, перевіряти умови виконання математичних тверджень, коректно переносити умови та твердження на нові класи об'єктів, знаходити й аналізувати відповідності	+	+	+	+	+	+	+	+		

між поставленою задачею й відомими моделями ;									
<b>РН-11</b> - Розв'язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; здійснювати базові перетворення математичних моделей	+	+	+	+	+	+	+		
<b>РН-12</b> - Відшукувати потрібну науково-технічну інформацію у науковій літературі, базах даних та інших джерелах інформації	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>РН-16</b> - Знати теоретичні основи і застосовувати методи топології, функціонального аналізу й теорії диференціальних рівнянь для дослідження динамічних систем	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>РН-24</b> - 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	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>РН-26</b> - Бути наполегливим у досягненні мети під час вирішення математичної проблеми	+	+	+	+	+	+	+	+	+

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1. Форми оцінювання студентів:

#### - оцінювання впродовж навчального періоду:

1. Активна робота на лекції, усні відповіді: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4, РН.3.1, РН.3.2 – 5 балів/3 бали;
  2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: РН2.1, РН2.2 – 15 балів/9 балів;
  3. Контрольна робота 1: РН1.1, РН2.1 – 15 балів/9 балів;
  4. Контрольна робота 2: РН1.2., РН1.3, РН2.2, РН2.3 – 15 балів/9 балів;
  6. Розв'язання задач на практичних заняттях: РН2.1, РН2.1, РН2.3, РН.3.1, РН.3.2 – 10 балів/5 балів;
- Разом має бути 60/35

#### - підсумкове оцінювання: екзамен.

- максимальна кількість балів, які можуть бути отримані: 40 балів;
- результати навчання, які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4, РН2.1, РН2.2; РН2.3
- форма проведення і види завдань: письмова робота.

### 7.2. Організація оцінювання:

Критично-розрахунковий мінімум балів за навчання впродовж семестру становить **20** балів, рекомендований мінімум, розрахований з урахуванням специфіки дисципліни становить **35** балів. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів ніж рекомендований мінімум **35** балів для підвищення балів отримують можливість написати додаткову контрольну роботу та доскласти домашні завдання. Мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 24 бали, тобто, якщо оцінка студента на іспиті є нижчою від мінімального порогового рівня (24 бали), то бали за іспит не додаються до семестрової оцінки (вважаються рівними нулю), а підсумкова оцінка із дисципліни є незадовільною.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі форм контролю здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка” (2018), <http://www.univ.kiev.ua/pdfs/official/Organization-of-the-educational-process.pdf>.

Форма іспиту – письмова. Екзаменаційний білет складається з 4 завдань, одне з яких є теоретичним, три інших – задачі. Кожне завдання оцінюється від 0 до 8 балів. Додатково від 0 до 8 балів студент отримує за усне опитування. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів.

**Терміни проведення форм оцінювання:**

1. Контрольна робота: на 7-му тижні семестру.
2. Контрольна робота: на 13-му тижні семестру.

У випадку відсутності з поважних причин відпрацювання та перездачі контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу”.

**7.3. Шкала відповідності оцінок**

<b>Відмінно / Excellent</b>	90-100
<b>Добре / Good</b>	75-89
<b>Задовільно / Satisfactory</b>	60-74
<b>Незадовільно / Fail</b>	0-59

**8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

**VI семестр**

№ п/п	Назва теми	лекції	Практичні заняття	Самостійна Робота
1.1	Лінійні нормовані та гільбертові простори	8	4	12
1.2	Лінійні неперервні функціонали	10	6	16
2.1	Лінійні неперервні оператори	12	6	20
2.2	Компактні оператори	8	4	12

Загальний обсяг 120 годин, в тому числі:

Лекцій – 38 годин.

Практичні заняття – 20 годин.

Самостійна робота – 60 годин.

Консультації – 2 години.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### а) основна:

1. Березанський Ю.М., Ус.Г.Ф., Шефтель З.Г. Функціональний аналіз. – Львів, Видавництво І. Е. Чижиков, 2014.
2. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. – М.: Наука, 1989.
3. Константинов О.Ю., Мішура Ю.С., Нестеренко О.Н., Чайковський А.В. Збірник задач з функціонального аналізу. Банахові простори. Гільбертові простори. Спряжені простори. Теорія операторів. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2004.
4. Константинов О.Ю., Кукуш О.Г., Мішура Ю.С., Нестеренко О.Н., Чайковський А.В. Збірник задач з функціонального аналізу. Компактні оператори. Інтегральні рівняння. Узагальнені функції. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2005.
5. Константинов О.Ю. Функціональний аналіз. – Київ, 2021, <http://www.mechmat.univ.kiev.ua/wp-content/uploads/2021/09/fa21.pdf>

### б) додаткова:

6. Кадец В.М. Курс функционального анализа. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2006.
7. Канторович Л.В., Акилов Г.П. Функциональный анализ. – М.: Наука, 1984.
8. Хелемский А.Я. Лекции по функциональному анализу. – М.: МЦНМО, 2004.
9. M. Reed, B. Simon, Methods of modern mathematical physics. Vol. 1, Functional analysis. – New York, Academic Press, 1980.