

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра математичного аналізу**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана
з навчальної роботи
механіко-математичний
Ф. Харитонов О.М..
« 31 » серпня 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Математичний аналіз: функції багатьох змінних
для студентів**

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

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	3, 4
Кількість кредитів ECTS	16
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі: Курченко Олександр Олексійович, д.ф.м.н., професор кафедри математичного аналізу, Нестеренко Олексій Никифорович, к.ф.м.н., доцент кафедри математичного аналізу, Радченко Вадим Миколайович, д.ф.м.н., професор кафедри математичного аналізу, Константинов Олексій Юрійович, к.ф.м.н., доцент кафедри математичного аналізу, Брайман Володимир Борисович, к.ф.м.н., асистент кафедри математичного аналізу

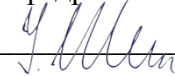
Пролонговано: на 20²²/20²³ н.р. () « 31 » серпня 20²² р.
на 20 /20 н.р. () « » 20 р.

КИЇВ – 2021

Розробники: Курченко Олександр.Олексійович, д.ф.-м.н., професор, професор кафедри математичного аналізу, Нестеренко Олексій Никифорович, 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.

Мета дисципліни – оволодіння сучасними методами, теоретичними

положеннями та основними застосуваннями диференціального та інтегрального числення функцій багатьох змінних.

1. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

1. *Знати:* Теорію границь, диференціальне та інтегральне числення для функцій однієї змінної, теорію рядів, теорію лінійних рівнянь, квадратичні форми, поверхні другого порядку.
2. *Вміти:* Обчислювати границі, диференціювати та інтегрувати функції однієї змінної, досліджувати властивості функцій за допомогою похідних, досліджувати збіжність числових та рівномірну збіжність функціональних рядів, розв'язувати системи лінійних рівнянь, досліджувати визначеність квадратичних форм.
3. *Володіти елементарними навичками:* Будувати графіки функцій. Застосовувати визначні границі, правила Лопітала, формулу Тейлора, правила диференціювання та таблицю інтегралів, ознаки збіжності рядів.

3. Анотація навчальної дисципліни (до 700 символів):

Навчальна дисципліна «Математичний аналіз: функції багатьох змінних» 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. Містить диференціальне та інтегральне числення функцій багатьох змінних, інтеграли залежні від параметра, ряди Фур'є.

Викладається у **3 та 4 семестрах** (2 курс) в обсязі 16 (8 у третьому семестрі і 8 у четвертому семестрі) кредитів ECTS (480 **навч. год.**) (зокрема: *лекції – всього 116 год. (56 год. у першому семестрі та 60 год. у другому семестрі), практичні 116 год. (56 год. у першому семестрі та 60 год. у другому семестрі), самостійна робота – 240 год. (124 год. у першому семестрі та 116 год. у другому семестрі)*). У курсі передбачено 6 змістових модулів, 6 модульних контрольних робіт та 4 колоквиуми. Завершується дисципліна **іспитами в третьому і четвертому семестрах**.

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 та комп'ютерних технологій і 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:

Загальні компетентності

- 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

1) Здатність формулювати проблеми математично та в символічній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання;

2) 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;

3) 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;

4) Здатність конструювати формальні доведення з аксіом та постулатів і відрізняти правдоподібні аргументи від формально бездоганих;

5) Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем;

6) Здатність застосовувати чисельні методи для дослідження математичних моделей;

7) Здатність до аналізу математичних структур, у тому числі до оцінювання обґрунтованості й ефективності використовуваних математичних підходів;

8) Здатність виражати терміни специфічної предметної області мовою математики;

9) Здатність розуміти проблеми та виділяти їхні суттєві риси;

10) Здатність отримувати якісну інформацію на основі кількісних даних;

11) Здатність розробляти експериментальні та спостережні дослідження й аналізувати дані, отримані на їх основі;

12) Здатність пояснювати математичними термінами результати, отримані під час розрахунків.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (РН) (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 (Формуються розробником)			
<i>1 семестр</i>				
РН 1.1	Знати теорію метричних просторів	<i>Лекція, практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Іспит, активна робота на лекції, усні відповіді, Контрольна робота №1 (60% правильних відповідей) Колоквіум</i>	4,5%
РН 1.2	Знати означення границь функцій в точці та неперервності для функцій багатьох змінних			4,5%
РН 1.3	Знати метод послідовних наближень та його застосування			4,5%
РН 1.4	Знати диференціальне числення функцій багатьох змінних			4,5%
РН 2.1	Вміти диференціювати функції багатьох змінних, обчислювати матриці Якобі, якобіани	<i>Практичне заняття, самостійн</i>	<i>Контрольна робота 2 (60% правильних</i>	7,5%

PH 2.2	Вміти досліджувати на екстремум функції багатьох змінних	<i>а робота</i>	<i>відповідей), Колоквіум №2, розв'язання задач на практичних заняттях іспити, виконання завдань, винесених на самотійну роботу</i>	7,5%
PH 1.5	Знати теорію інтегралів, залежних від параметрів, функції Ейлера	<i>Лекція, практичне заняття, самотійна робота</i>	<i>Контрольна робота 3 (60% правильних відповідей), розв'язання задач на практичних заняттях екзамен, виконання завдань, винесених на самотійну роботу</i>	7,5%
PH 2.3	Вміти досліджувати збіжність невластних інтегралів, рівномірну збіжність невластних інтегралів, залежних від параметра			7,5%
2 семестр				
PH 1.6	Знати теорію міри Жордана	<i>Лекція, практичне заняття, Самостійна робота</i>	<i>Іспит, активна робота на лекції, усні відповіді, Колоквіум, контрольна робота №4 (60% правильних відповідей)</i>	4,5%
PH 1.7	Знати кратні інтеграли			4,5%
PH 2.4	Вміти обчислювати кратні інтеграли			4,5%
PH 1.8	Знати теорію інтегрування на многовилах			4,5%
PH 2.5	Вміти обчислювати криволінійні та поверхневі інтеграли, застосовувати формули Гріна, Стокса, Гаусса-Остроградського	<i>Лекція, практичне заняття, самотійна робота</i>	<i>Контрольна робота 5 (60% правильних відповідей), розв'язання задач на практичних заняттях іспит, виконання завдань, винесених на самотійну роботу</i>	7,5%
PH 1.9	Знати теорію рядів Фур'є			7,5%
PH 2.6	Вміти знаходити розклад функцій в ряд Фур'є			7,5%
PH 1.10	Знати означення та властивості перетворення Фур'є	<i>Практичне заняття, самотійна робота</i>	<i>Контрольна робота 6 (60% правильних відповідей), розв'язання задач на практичних заняттях екзамен, виконання завдань, винесених на самотійну роботу</i>	7,5%
PH 3.1	Здатність обґрунтовувати власний погляд на задачу та формулювати робочі гіпотези,	<i>Лекція, практичне</i>	<i>активна робота на</i>	2% (по 1% в кожному)

	спілкуватися з колегами з питань застосування математичних методів та теорій	заняття, самостійна робота	лекції, практичних заняттях, усні відповіді	семестрі)
РН 3.2.	Вироблення навиків командної роботи	Лекція, практичне заняття, самостійна робота	активна робота на лекції, практичних заняттях, усні відповіді	2% (по 1% в кожному семестрі)

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

1 семестр

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни										
	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 1.4	РН 1.5	РН 2.1	РН 2.2	РН 2.3	РН 3.1	РН 3.2	
(з опису освітньої програми)											
РН-1 - Знати основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, розуміти сучасні тенденції в математиці	+	+	+	+							
РН-3 - 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;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
РН-4 - Розуміти фундаментальну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми;	+	+	+	+							
РН-10 - 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 ;					+	+	+	+	+	+	+
РН-11 - Розв'язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; здійснювати базові перетворення математичних моделей						+	+	+	+	+	+
РН-12 - Відшукувати потрібну науково-технічну інформацію у науковій літературі, базах даних та інших джерелах інформації										+	+
РН-13 - Знати теоретичні основи і застосовувати методи математичного аналізу для дослідження функцій однієї та багатьох дійсних змінних	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

PH-24 - 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	+	+	+	+					+	+
PH-26 - Бути наполегливим у досягненні мети під час вирішення математичної проблеми	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

2 семестр

Результати навчання дисципліни	PH 1.6	PH 1.7	PH 1.8	PH 1.9	PH 1.10	PH 2.4	PH 2.5	PH 2.6	PH 3.1	PH 3.2
Програмні результати навчання <i>(з опису освітньої програми)</i>										
PH-1 - Знати основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, розуміти сучасні тенденції в математиці	+	+	+	+	+					
PH-3 - 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;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PH-4 - Розуміти фундаментальну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми;	+	+	+	+	+					
PH-10 - 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 ;						+	+	+	+	+
PH-11 - Розв'язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; здійснювати базові перетворення математичних моделей						+	+	+	+	+
PH-12 - Відшукувати потрібну науково-технічну інформацію у науковій літературі, базах даних та інших джерелах інформації									+	+
PH-13 - Знати теоретичні основи і застосовувати методи математичного аналізу для дослідження функцій однієї та багатьох дійсних змінних	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PH-24 - 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										
РН-26 - Бути наполегливим у досягненні мети під час вирішення математичної проблеми									+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1. Форми оцінювання студентів:

- оцінювання впродовж навчального періоду:

Оцінювання в першому семестрі

1. Активна робота на лекції, усні відповіді: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4, РН1.5, РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН3.1, РН3.2 – 6 балів/2 бали;
 2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: РН2.1, РН2.2, РН2.3 – 8 балів/5 балів
 3. Модульна контрольна робота 1: РН1.1, РН1.2, РН1.3 – 8 балів/5 балів;
 4. Колоквіум 1: РН1.1, РН1.2, РН1.3 – 8 балів/5 балів;
 5. Модульна контрольна робота 2: РН2.1, РН2.3 – 8 балів/5 балів;
 6. Колоквіум 2: РН1.4 - 8 балів/5 балів;
 7. Модульна контрольна робота 3: РН1.5, РН2.3 – 8 балів/5 балів;
 8. Розв'язання задач на практичних заняттях: РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН3.1, РН3.2, – 6 балів/3 бали;
- Разом: 60/35

- підсумкове оцінювання: іспит.

- максимальна кількість балів, які можуть бути отримані: 40 балів;
- результати навчання, які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4, РН1.5, РН2.1, РН2.2, РН2.3;
- форма проведення і види завдань: письмово-усна; теоретичне питання і три задачі.

Оцінювання в другому семестрі

1. Активна робота на лекції, усні відповіді: РН1.6, РН1.7, РН1.8, РН1.9, РН1.10, РН2.4, РН2.5, РН2.6, РН3.1, РН3.2 – 6 балів/2 бали;
 2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: РН2.4, РН2.5, РН2.6 – 8 балів/5 балів
 3. Модульна контрольна робота 4: РН1.6, РН1.7, РН2.4 – 8 балів/5 балів;
 4. Колоквіум 1: РН1.6, РН1.7, РН2.4 – 8 балів/5 балів;
 5. Модульна контрольна робота 5: РН1.8, РН2.5 – 8 балів/5 балів;
 6. Колоквіум 2: РН1.8 - 8 балів/5 балів;
 7. Модульна контрольна робота 6: РН1.9, РН1.10, РН2.6 – 8 балів/5 балів;
 8. Розв'язання задач на практичних заняттях: РН2.4, РН2.5, РН2.6, РН3.1, РН3.2, – 6 балів/3 бали;
- Разом: 60/35

- підсумкове оцінювання: іспит.

- максимальна кількість балів, які можуть бути отримані: 40 балів;
- результати навчання, які будуть оцінюватись: РН1.6, РН1.7, РН1.8, РН1.9, РН1.10, РН2.4, РН2.5, РН2.6;
- форма проведення і види завдань: письмово-усна; теоретичне питання і три задачі.

7.2. Організація оцінювання:

Активна робота на лекція передбачає відповіді на запитання, що демонструють розуміння матеріалу. Самостійна робота передбачає виконання домашніх завдань, підготовку до колоквіумів та іспитів. Колоквіум проводиться у письмово-усній формі

В першому семестрі.

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.

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 в першому семестрі – письмово-усна. Екзаменаційний білет складається із 4 завдань, одне з яких є теоретичними, 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.

Мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 24 бали, тобто, якщо оцінка студента на іспиті є нижчою 24 балів, то бали за іспит не додаються до семестрової оцінки (вважаються рівними нулю), а підсумкова оцінка із дисципліни є незадовільною.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. *Модульна контрольна робота №1: на 5-му тижні 1 семестру (аудиторно, 2 години).*
2. *Колоквіум №1: на 6-му тижні 1 семестру (поза аудиторно, 2 години).*
3. *Модульна контрольна робота №2: на 10-му тижні 1 семестру (аудиторно, 2 години)*
4. *Колоквіум №2: на 11-му тижні 1 семестру (поза аудиторно, 2 години).*
5. *Модульна контрольна робота №3: на 14-му тижні 1 семестру (аудиторно, 2 години)*
6. *Оцінювання завдань самостійної роботи за РН2.1 на 4-му тижні, за РН2.2 на 9-му тижні, за РН2.3 на 14-му тижні 1 семестру*

В другому семестрі.

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.

Форма іспиту в другому семестрі – письмово-усна. Екзаменаційний білет іспиту складається із 4 завдань, одне з яких є теоретичним, три інших – задачі. Кожне завдання оцінюється від 0 до 8 балів. Від 0 до 8 балів студент отримує за усне опитування. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів.

Мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 24 бали, тобто, якщо оцінка студента на іспиті є нижчою 24 балів, то бали за іспит не додаються до семестрової

оцінки (вважаються рівними нулю), а підсумкова оцінка із дисципліни є незадовільною.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Модульна контрольна робота №4: на 6-му тижні 2 семестру (аудиторно, 2 години).
2. Колоквіум №3: на 7-му тижні 2 семестру (поза аудиторно, 2 години).
3. Модульна контрольна робота №5: на 12-му тижні 2 семестру (аудиторно, 2 години)
4. Колоквіум №4: на 13-му тижні 2 семестру (поза аудиторно, 2 години).
5. Модульна контрольна робота №6: на 18-му тижні 2 семестру (аудиторно, 2 години).
6. Оцінювання завдань самостійної роботи за РН2.4 на 5-му тижні, за РН2.5 на 11-му тижні, за РН2.6 на 17-му тижні 2 семестру

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>.

7.3. Шкала відповідності оцінок

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

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

1-й семестр

теми	Назва теми I семестр	Кількість годин				
		Лекції	Практичні заняття	Самост. робота	Модульна контрольна	Інші форми контролю
Змістовий модуль 1 „Метричні простори ”						
1	Означення м.п., повнота, сепарабельність	8	8	20		
2	Функції на м.п. Неперервні функції на компактних множинах	10	10	20	2	Колоквіум №1
Змістовий модуль 2 „Диференціальне числення”						
3	Частинні похідні та диференціали	10	10	22		
4	Екстремуми функцій багатьох змінних	10	10	22	2	Колоквіум №2
Змістовий модуль 3 „Інтеграли, залежні від параметра ”						
5	Невласні інтеграли, рівномірна збіжність	8	8	20		
6	Властивості невласних інтегралів, залежних від параметра. Інтеграли Ейлера	10	10	20	2	
Всього годин за I семестр		56	56	124	6	

2-й семестр

теми	Назва теми II семестр	Кількість годин				
		Лекції	Практичні заняття	Самост. робота	Модульна контрольна	Інші форми контролю
Змістовий модуль 4 „Кратні інтеграли ”						
1	Міра Жордана та її властивості	4	4	8		
2	Кратний інтеграл та його обчислення	18	18	34	2	Колоквіум №3
Змістовий модуль 5 „Інтеграли на многовидах”						
3	Криволінійні та поверхневі інтеграли	8	8	16		
4	Формули Гріна, Гаусса- Остроградського, Стокса	14	14	26	2	Колоквіум №4
Змістовий модуль 6 „Ряди Фур'є. Інтеграл Фур'є ”						
5	Ряди Фур'є	10	10	20		
6	Інтеграл Фур'є	6	6	12	2	

Всього годин за II семестр	60	60	116	6	2
----------------------------	----	----	-----	---	---

Загальний обсяг 480 годин, у тому числі:
лекції – 116 годин,
практичні заняття – 116 годин,
консультації – 10 годин,
самостійна робота – 240 годин.

9. Рекомендовані джерела

Основні:

1. Дороговцев, А.Я. Математичний аналіз: підручник. У 2 ч. / А.Я.Дороговцев. – К.: Либідь, -ч. 2. - 1993.
2. Заболоцький М.В. Математичний аналіз : підручник / М.В. Заболоцький, О.Г. Сторож, С.І. Тарасюк ; Львів. нац. ун-т ім. І.Франка. – Київ : Знання, 2008.
3. Курченко О.О., Рабець К.В. Метричні простори у курсі математичного аналізу: навчальний посібник. – К., 2011.
3. Збірник задач з математичного аналізу. Функції кількох змінних. / М.О.Денисьєвський, А.В.Чайковський. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012.
4. Дороговцев, А.Я. Математический анализ. Сборник задач. / А.Я.Дороговцев. – К.: Вища шк., 1987.

Додаткові:

1. Elias Zakon. Mathematical Analysis II. – The TrilliaGroup, 2009. [<http://www.e-booksdirectory.com/details.php?ebook=3630>]
2. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3-х т.т. – М.: Наука, 1966.
3. Gelbaum, Bernard R.; Olmsted, John M. H. Counterexamples in analysis. Corrected reprint of the second edition. Mineola, NY: Dover, 2003.
4. William F. Trench. Introduction to real analysis. – Free Hyperlinked Edition 2.04, 2013. [http://ramanujan.math.trinity.edu/wtrench/texts/TRENCH_REAL_ANALYSIS.PDF]