



Волинський національний університет імені Лесі Українки
Кафедра теорії функцій та методики навчання математики

СИЛАБУС

обов'язкового освітнього компонента

ДОДАТКОВІ РОЗДІЛИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО АНАЛІЗУ

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	Е Природничі науки, математика та статистика
Спеціальність	Е7 Математика
Освітня програма	Математика
Форма навчання	Денна
Розробник (викладач)	Харкевич Юрій Іліодорович, кандидат фізико-математичних наук, професор
Контактна інформація	Електронна адреса викладача: kharkevich.yuriy@vnu.edu.ua Телефон: 099-763-97-54
Семестр, курс	2 семестр, I курс
Обсяг дисципліни	Загальний обсяг: 4 кредитів / 120 годин. Аудиторних годин: 54; з них: лекцій – 26 год., практичних – 28 год. Самостійної роботи: 58 годин.
Форма контролю	Екзамен
Час занять	Тижневих годин: 3 год Аудиторні заняття проводяться за розкладом: http://94.130.69.82/cgi-bin/timetable.cgi Консультації викладача відповідно затвердженого графіку.
Анотація курсу	Дисципліна «Додаткові розділи функціонального аналізу» належить до переліку обов'язкових освітніх компонент, що забезпечує професійний розвиток магістра та спрямована на поглиблене вивчення курсу функціонального аналізу для більш повного, глибокого та детального засвоєння матеріалу із функціонального аналізу та теорії функцій. Основними завданнями вивчення курсу «Додаткові розділи функціонального аналізу» є розширення знань з функціонального аналізу та вивчення його практичного застосування.
Предреквізити	Основи теорії множин, що вивчаються в «Дискретній математиці»; курси «Функціональний аналіз», «Математичний аналіз I» та «Математичний аналіз II», «Диференціальні рівняння», «Топологія», елементарна математика в обсязі програми загальної освітньої школи.
Постреквізити	Результати навчання можуть бути використані при вивченні дисциплін вільного вибору студентів, зокрема «Науковий семінар з теорії функцій та функціонального аналізу», а також при наукових дослідженнях та при написанні магістерських робіт.
Мета і завдання освітнього компонента	Метою навчальної дисципліни є формування цілісного уявлення про предмет і методи додаткових розділів функціонального аналізу; ознайомлення з основними поняттями і задачами загальної теорії топологічних та спряжених просторів, теорією рядів і інтегралів Фур'є; активне оволодіння понятійним апаратом та теоретичними результатами, що стосуються узагальнених функцій, збіжності рядів Фур'є, лінійних методів підсумовування рядів та інтегралів Фур'є та їх практичних застосувань; ознайомлення з сучасною проблематикою класичного та прикладного аналізу, формування таких загальних та спеціальних компетентностей: • здатність учитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузях, відмінних від математики (ЗК 1);

	• здатність генерувати нові ідеї (ЗК 5); • здатність до виконання дослідницької роботи з елементами наукової новизни (ЗК 7); • знання на рівні новітніх досягнень, необхідні для дослідницької та/або інноваційної діяльності у сфері математики та її практичних застосувань (СК 1); • спроможність розуміти проблеми та виділяти їхні суттєві риси (СК 4); • здатність ініціювати й проводити наукові дослідження у спеціалізованій області математики (СК 12).
Результати навчання	Вивчення додаткових розділів функціонального аналізу сприяє тому, що здобувачі будуть: • відтворювати знання фундаментальних розділів математики в обсязі, необхідному для володіння математичним апаратом відповідної галузі знань і використання математичних методів у обраній професії (ПРН-3-2); • уміти використовувати фундаментальні математичні закономірності у професійній діяльності (ПРН-У-1); • читати і розуміти фундаментальні розділи математичної літератури та демонструвати майстерність їх відтворення в аргументованій усній та/або письмовій доповіді (ПРН-У-2); • ініціювати і проводити наукові дослідження у спеціалізованій області математики та/або розв'язувати задачі в інших галузях знань методами математичного моделювання (ПРН-У-4); • застосовувати методи теорії функцій та функціонального аналізу при розв'язуванні практичних задач (ПРН-У-13). <i>До кінця навчання студенти будуть знати:</i> • означення та приклади топологічних просторів, • неперервні відображення, гомеоморфізми, • означення спряженого простору, • означення слабкої топології та слабкої збіжності, • означення узагальненої функції, • умови збіжності рядів Фур'є, • основну теорему про інтеграл Фур'є, • теорему Планшереля, • лінійні методи підсумовування рядів та інтегралів Фур'є, • практичні застосування теорії рядів Фур'є. <i>До кінця навчання студенти набудуть таких умінь:</i> • порівнювати топології, • задавати топології в просторі, • наводити приклади неперервних гомеоморфних відображень, • наводити приклади спряжених просторів, • дії з узагальненими функціями, • відновлювати узагальнені функції за похідною, • розв'язувати диференціальні рівняння в класі узагальнених функцій, • знаходити ряди, інтеграли та перетворення Фур'є, • досліджувати на збіжність ряди, інтеграли та перетворення Фур'є, • досліджувати властивості лінійних методів підсумовування рядів Фур'є, • застосовувати сумовність перетворень Фур'є в математичному моделюванні, в теорії сигналів тощо.

Структура освітнього компонента

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лек.	Практ.	Конс.	Сам. роб.	*Форма контролю/ Бали
Змістовий модуль I. Топологічні та спряжені простори. Узагальнені функції						
Тема 1. Топологічні простори. Слабка топологія, слабка збіжність.	20	4	4	2	10	УО, РЗ/ 10
Тема 2. Спряжені простори	21	4	6	1	10	УО, РЗ/ 10
Тема 3. Узагальнені функції	19	4	4	1	10	УО, РЗ/ 5
ІНДЗ 1						10
Модульна контрольна робота 1 (у формі співбесіди)						15
Разом за змістовним модулем I	60	12	14	4	30	50
Змістовий модуль II. Ряди, інтеграли та перетворення Фур'є.						
Тема 4. Ряди, інтеграли та перетворення Фур'є	17	4	4	1	8	УО, РЗ/ 5
Тема 5. Лінійні методи підсумовування рядів та інтегралів Фур'є	20	4	4	2	10	УО, РЗ/ 10
Тема 6. Застосування сумовності перетворень Фур'є в теорії сигналів, в теорії керування та в математичному моделюванні	23	6	6	1	10	УО, РЗ/ 10
ІНДЗ 2						10
Модульна контрольна робота 2 (у формі співбесіди)						15
Разом за змістовним модулем II	60	14	14	4	28	50
Всього годин/ балів	120	26	28	8	58	100

Форма контролю*: УО – усне опитування, РЗ – розв'язування задач, ІНДЗ – індивідуальне завдання.

Завдання для самостійного опрацювання

Самостійна робота здобувачів освіти включає:

- Опрацювання лекційного матеріалу – 10 год.

Перевірка здійснюється під час виконання практичних завдань та під час усного опитування.

- Підготовка до практичних занять – 12 год.

Перевірка здійснюється під час практичних занять.

- Вивчення тем, що не розглядаються в курсі лекцій – 14 год.

Перевірка здійснюється під час модульних контрольних заходів і оцінюється відповідною кількістю балів.

- Виконання ІНДЗ – 12 год.

Перевірка здійснюється під час захисту ІНДЗ.

- Систематизація вивченого матеріалу перед екзаменом – 10 год.

Перевірка здійснюється під час екзамену.

Питання для самостійного опрацювання

1. Топологічні лінійні простори.
2. Обмежені множини в спряженому просторі.
3. Простори сумовних функцій.
4. Кратні ряди Фур'є.
5. Перетворення Лапласа.
6. Перетворення Фур'є-Стільтьєса.

Оцінювання

Політика оцінювання та організація контрольних заходів здійснюється згідно з Положенням про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів освіти Волинського національного університету імені Лесі Українки (<https://cutt.ly/yrNruzM>).

Оцінювання знань здійснюється за 100-бальною шкалою. Кількості балів ставиться у відповідність рівні європейської кредитно-трансферної системи (ЄКТС) та традиційної національної системи оцінювання. Оцінка включає в себе поточний контроль (оцінюється робота на парах, вчасне і якісне виконання домашніх завдань) та підсумковий модульний контроль (письмові модульні контрольні роботи). Максимальна кількість балів, яку може заробити студент під час поточного оцінювання за семестр – 70 балів. Підсумковий модульний контроль за семестр включає в себе оцінки за всі модульні контрольні роботи. Максимальна кількість балів, яку може заробити студент під час модульного контролю за семестр складає 30 балів.

Студентам, які брали участь у роботі конференцій, підготовці наукових публікацій, участь в конкурсах студентських наукових робіт можуть присуджуватися додаткові (бонусні) бали, які зараховуються як результати поточного контролю.

Згідно з Положенням про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки (<https://cutt.ly/BteZd6Gd>) студенту можуть бути зараховані результати навчання, які отримані у формальній, неформальній та/або інформальній освіті.

Якщо за результатами семестру накопичено не менше 75 балів і студент погоджується із цим результатом, то оцінка за семестр може виставлятися без складання іспиту. В іншому разі студент складає іспит; максимальна кількість балів, яку можна отримати на іспиті – 30 балів. Вони замінюють бали модульного семестрового контролю, поточний семестровий контроль при цьому зберігається. Екзамени проходять в усній формі. У кожному екзаменаційному білеті міститься по два теоретичних питання, а також набір задач, вибраних із тем кожного змістовного модуля (по 1-2 задач). Оцінка за семестр у випадку складання іспиту є сумою балів поточного контролю та балів, отриманих під час іспиту.

Шкала оцінювання знань здобувачів освіти з формою контролю – екзамен

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка	Оцінка за шкалою ECTS	
		оцінка	пояснення
90–100	Відмінно	A	відмінне виконання
82–89	Дуже добре	B	вище середнього рівня
75–81	Добре	C	загалом хороша робота
67–74	Задовільно	D	непогано
60–66	Достатньо	E	виконання відповідає мінімальним критеріям
1–59	Незадовільно	Fx	необхідне перескладання

Перелік питань до екзамену

1. Означення та приклади топологічних просторів,
2. Порівняння топологій.
3. Визначальні системи околів. База.
4. Збіжні послідовності в топологічних просторах.
5. Неперервні відображення. Гомеоморфізми.
6. Означення спряженого простору.
7. Приклади спряжених просторів.
8. Сильна топологія в спряженому просторі.
9. Слабка топологія і слабка збіжність.
10. Обмежені множини в спряженому просторі.
11. Простори сумовних функцій.
12. Ряди по ортогональних системах.
13. Умови збіжності ряду Фур'є.
14. Теорема Фейєра.
15. Теорема Вейєрштрасса.
16. Інтеграл Фур'є.
17. Перетворення Фур'є та формула обертання.
18. Властивості перетворень Фур'є.
19. Кратні ряди Фур'є.
20. Перетворення Лапласа.
21. Перетворення Фур'є-Стільтьєса.
22. Лінійні методи підсумовування рядів Фур'є.
23. Застосування перетворень Фур'є в математичному моделюванні.
24. Застосування перетворень Фур'є в теорії керування.
25. Застосування перетворень Фур'є в теорії сигналів та кодування.

Вирішення конфліктних ситуацій

Будь-яка конфліктна ситуація, яка виникає в учасників освітнього процесу вирішується згідно з Положенням про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у ВНУ імені Лесі Українки (<https://cutt.ly/SteZfYIg>).

Політика викладача щодо здобувача освіти

Усі учасники освітнього процесу повинні дотримуватись вимог чинного законодавства України, Статуту (<https://vnu.edu.ua/uk/statut-snu-imeni-lesi-ukrayinki>) і Правил внутрішнього розпорядку ВНУ імені Лесі Українки (<https://cutt.ly/VteZfCaL>), загальноприйнятих моральних принципів, правил поведінки та корпоративної культури; підтримувати атмосферу доброзичливості, відповідальності, порядності й толерантності. Атмосфера на заняттях повинна бути творчою, відкритою до конструктивної критики. Недопустимі запізнення на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття; списування. Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування, навчання в рамках програм академічної мобільності) навчання може відбуватися в онлайн формі за погодженням із викладачем.

Визнання результатів навчання з ОК, які отримані у формальній освіті, здійснюється згідно «Положення про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки» (<https://cutt.ly/yNUt5Y4>). Визнання результатів навчання шляхом перезарахування кредитів та результатів навчання, отриманих у формальній освіті, можливе: під час переведення, поновлення здобувача освіти до ВНУ імені Лесі Українки; за результатами навчання в рамках програм академічної мобільності; за результатами навчання, здобутими з використанням елементів дуальної освіти; під час навчання здобувача освіти у двох і більше закладах освіти або ОПП.

Політика щодо академічної доброчесності

Кожен студент повинен ознайомитися і слідувати Кодексу академічної доброчесності Волинського національного університету імені Лесі Українки (<https://cutt.ly/iteZgigl>), дотримуватись етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової діяльності.

Дотримання академічної доброчесності здобувачами передбачає: самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей); посилення на джерела інформації у разі запозичень ідей, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право.

Під час оцінювання результатів навчання студенти не користуються забороненими засобами (мобільний телефон, планшет, конспект, навчальна література, інші джерела інформації, в тому числі Інтернет-ресурси), самостійно виконують запропоновані завдання.

Політика щодо дедлайнів та перескладання

Якщо здобувач вищої освіти був відсутній на заняттях з будь-якої причини, він/вона вивчають теоретичний матеріал самостійно використовуючи навчальні посібники, конспекти лекцій, виконують всі завдання для аудиторних занять, всі домашні завдання. Прозвітуватися про виконання завдань можна під час консультацій, одночасно при цьому з'ясувати незрозумілі моменти, задати запитання викладачу.

Перескладання модульних контрольних робіт не допускається. Індивідуальні завдання, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (бали будуть знижені на 10%).

Опитування

По завершенню курсу студентам буде надано анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу.

Методичне забезпечення

1. Коренков М.Є., Харкевич Ю.І. Основи функціонального аналізу: навч. посіб. / М.Є. Коренков, Ю.І. Харкевич. Луцьк: Волин. нац. ун-т імені Лесі Українки, 2021. 250 с.
2. Жигалло Т.В., Жигалло К.М., Харкевич Ю.І. Класифікація періодичних функцій: навч. посіб. Луцьк : Східноєвроп. нац. ун-т імені Лесі Українки, 2018. 147 с.
3. Kharkevych Y., Mukhin O., Hrabova U., Makarchuk A., Kal'chuk I., Kharkevych G. Application of the Continuous Fourier Transformation in Signal Theory. 2022 IEEE 3rd International Conference on System Analysis & Intelligent Computing (SAIC), Kyiv, Ukraine. 2022. P. 247–250.
4. Sobchuk V., Kharkevych Y., Kal'chuk I., Makarchuk A., Kharkevych G., Hrabova U. The influence of the Fourier transform convergence on the continuous signals processing. 2022 IEEE 4th

International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), Kyiv, Ukraine. 2022. P. 160–163.

5. Kharkevych Yu.I. On Some Asymptotic Properties of Solutions to Biharmonic Equations. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2022. Vol. 58, № 2. P. 251–258.

6. Zhyhallo T.V., Kharkevych Y.I. Fourier transform of the summatory Abel–Poisson function. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2022. Vol. 58, № 6. P. 957–965.

Рекомендована література

1. Колмогоров А.М., Фомін С.В. Елементи теорії функцій і функціонального аналізу. К., Вища школа, 1974. 456 с.

2. Березанський Ю. М. Ус Г. Ф., Шефтель В. Г. Функціональний аналіз. Львів, Видавець І. Є. Чижиков, 2014. 560 с.

3. Сторож О. Г. Задачі з теорії міри та функціонального аналізу: збірник задач. Навч. посібник. Львів : Видавець І. Чижиков, 2011. 151 с.

4. Городецький В. В., Нагнибіда М. І., Настасієв П. П. Методи розв'язування задач з функціонального аналізу. У 2 ч. К.: Вища школа, 1997. 479 с.

Додаткова література

1. Городній М. Ф., Константінов О. Ю., Нестеренко О. Н., Чайковський А. В. Навчальні завдання до практичних занять з функціонального аналізу. К.: ВПЦ «Київський університет», 2006. 103 с.

2. Боярищева Т. В., Гудивок Т. В., Погоріляк О. О. Функціональний аналіз. Навчальний посібник для студентів спеціальностей «математика», «прикладна математика», «статистика». Ужгород, 2013. 119 с.

Погоджено

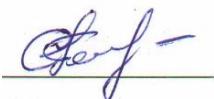
Гарант освітньо-професійної програми



Кальчук І.В.

Затверджено на засіданні кафедри теорії функцій та методики навчання математики
протокол № 2 від 17 вересня 2025 р.

Завідувач кафедри



Гембарська С.Б.

