**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Львівський національний університет імені Івана Франка**

**Механіко-математичний факультет**

**Кафедра теорії функцій і функціонального аналізу**

**Затверджено**

На засіданні

кафедри теорії функцій і функціонального аналізу

механіко-математичного факультету

Львівського національного університету імені Івана Франка

(протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_\_\_ 2021\_\_ р.)

Завідувач кафедри Скасків О.Б.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Силабус з навчальної дисципліни**

**“Функціональний аналіз”,**

**що викладається в межах ОПП Статистика в інформаційних технологіях. Актуарна та фінансова математика**

**першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з спеціальності 112 Статистика**

**Львів 2021 р.**

|  |  |
| --- | --- |
| **Назва дисципліни** | Функціональний аналіз |
| **Адреса викладання дисципліни** | Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка  м. Львів, вул. Університетська 1 |
| **Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна** | Механіко-математичний факультет  Кафедра теорії функцій і функціонального аналізу |
| **Галузь знань, шифр та назва спеціальності** | 11 Математика та статистика  112 Статистика |
| **Викладачі дисципліни** | Сущик Наталія Степанівна,  асистент кафедри теорії функцій і функціонального аналізу |
| **Контактна інформація викладачів** | [nataliya.sushchyk@lnu.edu.ua](mailto:nataliya.sushchyk@lnu.edu.ua);  Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 373.  м. Львів, вул. Університетська, 1 |
| **Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються** | Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за поперед­ньою домовленістю). |
| **Сторінка курсу** | http://www.mmf.lnu.edu.ua/ |
| **Інформація про дисципліну** | Курс розроблено таким чином, щоб надати учасникам знання про лінійні оператори та інтегральні рівняння. Багато понять курсу (норма оператора, спектр та резольвента обмеженого оператора, оборотність оператора, розподіли, тощо) є складовими інших курсів, тому в курсі представлено широкий розгляд практич­них і теоретич­них задач, у яких показано їх застосування. |
| **Коротка анотація дисципліни** | Дисципліна “Функціональний аналіз” є нормативною дис­ципліною з спеціальності 112 Статистика для освітньої програми *Статистика в інформаційних технологіях. Актуарна та фінансова математика*, яка викладається в 7-му семестрі в обсязі 3-ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS). |
| **Мета та цілі дисципліни** | Метою вивчення нормативної дисципліни “Функціональний аналіз” є освоєння студентами теоретичних і практичних основ з теорії лінійних операторів та інтегральних рівнянь. |
| **Література для вивчення дисципліни** | 1. Березанский Ю.М., Ус Г.Ф., Шефтель З.Г. Функциональный анализ. Курс лекций: учебн. пособие. Киев: Вища шк., 1990. – 600с. (є український переклад)  2. Колмогоров А.Н., Фомин С.В., Элементы теории функций и функционального анализа учебн. пособие. Москва: Наука, 1981. – 542с.  3. Като Т. Теория возмущений линейных операторов // Москва: Мир, 1972. – 740 с.  4. Кадец В. М. Курс функционального анализа: учебн. пособие для механико-математического факультета. – Харків : Издательство ХНУ им. В.Н. Каразина, 2006 . – 607 с. (є український переклад)  5. Городецкий В.В., Нагнибида Н.И., Настасиев П.П. Методы решения задач по функциональному анализу: учебн. пособие. Киев: Вища шк., 1990. – 479с.  6. Сторож О. Г. Задачі з теорії міри та функціонального аналізу: збірник задач // Олег Сторож. Львів : І. Чижиков, 2011. 151 с. |
| **Обсяг курсу** | Загальний обсяг: 90 годин. Аудиторних занять: 48 год., з них 32 год. лек­цій та 16 години лабораторних робіт. Самостійної роботи: 42 год. |
| **Очікувані результати навчання** | Після завершення цього курсу студент буде :  Знати:   * Поняття лінійного неперервного оператора та його норми; * Обернений оператор. Теорема С. Банаха про обернений оператор; * Спектр та резольвента обмеженого оператора; * Поняття лінійного функціоналу; * Теорему Ріса про загальний вигляд лінійного неперервного функціонала в гільбертовому просторі; * Теорему Гана-Банаха про продовження лінійного функціонала; * Компактні оператори та їх основні властивості; * Інтегральні оператори; * Альтернативу Фредгольма для інтегральних компактних операторів; * Узагальнені функції.   Вміти:   * Знаходити норму лінійного обмеженого оператора та функціонала; * Знаходити розв'язок інтегральних рівнянь з виродженим ядром; * Шукати похідну узагальненої функції. |
| **Ключові слова** | Лінійний оператор, лінійний функціонал, обернений оператор, спряжений оператор, спектр та резольвента, інтегральні рівняння, компактний оператор, узагальнені функції. |
| **Формат курсу** | Очний, дистанційний  Проведення лекцій, практичних робіт і консультацій.  Курс в системі Moodle:  http://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=2899 |
| **Теми** | 1. Лінійні неперервні оператори та функціонали в нормованих просторах; 2. Рівномірна та сильна збіжність в алгебрі лінійних неперервних операторів; 3. Теорема Ріса про загальний вигляд лінійного неперервного функціонала в гільбертовому просторі; 4. Обернений оператор. Теорема С. Банаха про обернений оператор; 5. Теорема Гана-Банаха про продовження лінійного функціонала; 6. Спряжений оператор; 7. Спектр та резольвента лінійного оператора; 8. Інтегральні рівняння Фредгольма 2-го роду з неперервним ядром; 9. Інтегральні рівняння Вольтерра 2-го роду з неперервним ядром; 10. Компактні оператори та їх основні властивості; 11. Альтернатива Фредгольма для інтегральних компактних операторів; 12. Самоспряжені оператори; 13. Узагальнені функції (розподіли). 14. Похідна узагальнених функцій. |
| **Підсумковий контроль, форма** | Екзамен у кінці семестру |
| **Пререквізити** | Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з   * математичного аналізу * теорії міри та інтеграла Лебега   достатніх для сприйняття понять лінійний оператор, розподіли та інтегральні рівняння. |
| **Навчальні ме­тоди та тех­ніки, які будуть ви­користовува­тися під час викладання курсу** | Презентації, лекції  Індивідуальні завдання  Тестові завдання |
| **Необхідне об­ладнання** | Комп’ютер з  можливістю підключення до інтернету |
| **Критерії оці­нювання (ок­ремо для кож­ного виду нав­чальної діяль­ності)** | Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:  • контрольні роботи: 35% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 35  • тестові завдання: 15% семестрової оцінки; максимальна кіль­кість балів 15  • екзамен: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50  Підсумкова максимальна кількість балів 100.  **Письмові роботи:** Очікується, що студенти виконають дві письмові роботи і одну письмову роботу під час екзамену.  **Академічна доброчесність**: Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади мож­ли­вої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоб­ро­чесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахуван­ння викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.  **Відвідання занять** є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні зайняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов’язані дотримуватися термінів виз­начених для виконання всіх видів письмових робіт та тестових завдань, передбачених курсом.  **Література.** Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.  П**олітика виставлення балів.** Враховуються бали набрані при поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов’язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнень на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мо­більними пристроями під час заняття в цілях не пов’язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.  Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються. |
| **Питання до заліку чи екзамену.** | Лінійні неперервні оператори в нормованих просторах.  Лінійні функціонали в нормованих просторах.  Рівномірна та сильна збіжність лінійних неперервних операторів.  Теорема Ріса про загальний вигляд лінійного неперервного функціонала в гільбертовому просторі.  Обернений оператор.  Теорема С. Банаха про обернений оператор.  Теорема Гана-Банаха про продовження лінійного функціонала.  Спряжений оператор.  Спектр та резольвента лінійного оператора.  Інтегральні рівняння Фредгольма 2-го роду з неперервним ядром.  Інтегральні рівняння Вольтерра 2-го роду з неперервним ядром.  Компактні оператори та їх основні властивості.  Альтернатива Фредгольма для інтегральних компактних операторів.  Самоспряжені оператори.  Узагальнені функції (розподіли).  Похідна узагальнених функцій. |
| **Опитування** | Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завер­шенню курсу. |