

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет прикладної математики та інформатики
Кафедра програмування

Затверджено

На засіданні кафедри програмування
факультету прикладної математики
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 29 серпня 2023 р.)



Завідувач кафедри Сергій ЯРОШКО

Силабус з навчальної дисципліни
«Додаткові розділи функціонального аналізу»,
що викладається в межах ОПІ Інформатика другого
(магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів зі спеціальності
122 Комп'ютерні науки

Львів 2023 р.

Назва дисципліни	Додаткові розділи функціонального аналізу
Адреса викладання дисципліни	Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Університетська 1, м. Львів, Україна, 79000
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет прикладної математики та інформатики, кафедра програмування
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 – інформаційні технології 122 – комп'ютерні науки
Викладачі дисципліни	Сибіль Юрій Миколайович, к. ф.-м. н., доцент, доцент кафедри програмування
Контактна інформація викладачів	Електронна пошта: yuriy.sybil@lnu.edu.ua
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації проводять раз на тиждень згідно з оприлюдненим розкладом консультацій викладача. Можливі он-лайн консультації через Microsoft Teams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка курсу	https://ami.lnu.edu.ua/course/prykladna-dodat_func_analis
Інформація про дисципліну	Курс “Додаткові розділи функціонального аналізу” є дисципліною на вибір зі спеціальності 122 – комп'ютерні науки для освітньої програми Інформатика, яка викладається для магістрів в 1-му семестрі в обсязі 5,5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна є продовженням та певним поглибленням курсу “Функціональний аналіз” в контексті ознайомлення з певними проблемами, які виникають в процесі самостійного наукового дослідження широкого класу задач математичної фізики та обчислювальної математики в передбаченні майбутньої наукової та теоретичної роботи магістрів.
Мета та цілі дисципліни	Метою дисципліни на вибір “Додаткові розділи функціонального аналізу” є навчити студента: <ul style="list-style-type: none"> • використовувати методи функціонального аналізу для дослідження різних типів лінійних диференціальних та інтегральних операторів у відповідних функціональних просторах; • застосовувати вивчені підходи та методи до дослідження коректності математичних моделей конкретних практичних задач. Ціллю дисципліни на вибір “Додаткові розділи функціонального аналізу” є: <ul style="list-style-type: none"> • навчитись використовувати різні підходи до аналізу лінійних операторів в процесі доведення існування та єдиності розв'язків інтегральних та диференціальних рівнянь; • отримати вміння проводити практичний та теоретичний аналіз отриманих результатів; • вміти використовувати отримані знання для практичного аналізу отриманих алгоритмів наближеного розв'язування поставлених задач.
Література для вивчення дисципліни	<i>Основна література</i> 1. Ю.М.Березанський, Г.Ф.Ус, З.Ф.Шефтель. Функціональний аналіз. – Львів, 2014. – 559 с. 2. В.М.Кадець. Курс функціонального аналізу та теорії міри. – Львів, 2012.– 608 с. 3. Б.А.Остудін, Г.А.Шинкаренко. Методи функціонального аналізу в обчислювальній математиці. – Львів, 1998. – 184 с. 4. R.Kress. Linear integral equations. – Springer, 1999. – 365 p.

	<p><i>Додаткова література</i></p> <p>1. Т.В. Боярищева, Т.В. Гудивок, О.О. Погоріляк. Функціональний аналіз. Навчальний посібник. – Ужгород, 2013. – 125 с.</p> <p>2. Збірник задач з функціонального аналізу. Компактні оператори. Інтегральні рівняння. Узагальнені функції / Укладачі О. Ю. Константінов, О. Г. Кукуш, Ю. С. Мішура, О. Н. Нестеренко, А. В. Чайковський. – К.:ВПЦ "Київський університет", 2005. – 126 с</p> <p>3. Збірник задач з функціонального аналізу. Частина I / Укладачі О. Ю. Константінов, Ю. С. Мішура, О. Н. Нестеренко, А. В. Чайковський. – К.: ВПЦ"Київський університет", 2004. – 123 с</p>
Обсяг курсу	5,5 кредити ЄКТС – 165 годин. З них 32 годин лекцій, 32 години лабораторних занять та 101 годин самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <p><i>знати</i></p> <ul style="list-style-type: none"> основи теорії лінійних операторів в банахових та гільбертових просторах, методи дослідження коректної розв'язності лінійних операторних рівнянь різних типів, теорію Фредгольма дослідження інтегральних рівнянь другого роду, методи отримання апіорних оцінок для деяких типів операторних рівнянь. <p><i>вміти</i></p> <ul style="list-style-type: none"> застосовувати вивчені підходи та методи до дослідження коректності широкого класу задач математичної фізики в процесі розв'язування конкретних практичних задач.
Компетентності згідно ОПП	Інтегральна: КІ Загальні: ЗК 1, ЗК 2, ЗК 5 Спеціальні: СК 1, СК 3, СК 6
Програмні результати навчання	ПРН 1, ПРН 2, ПРН 6, ПРН 7, ПРН 11, ПРН 16
Ключові слова	Лінійні обмежені функціонали. Компактні оператори. Нормально розв'язні оператори. Лінійні рівняння першого та другого роду в банахових просторах.. Лінійні інтегральні рівняння. Апіорні оцінки.
Формат курсу	Очний. Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультацій.
Теми	Теми курсу наведено в Схемі курсу нижче.
Підсумковий контроль, форма	Залік.
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін "Математичний аналіз", "Функціональний аналіз", "Чисельні методи".
Навчальні методи та техніки, які використовують під час викладання курсу	Лекції з мультимедійними презентаціями та з демонстрацією прийомів практичного використання середовища програмування; лабораторні заняття у вигляді проектування алгоритмів і програм, виконання практичних завдань; самостійне опрацювання навчальних матеріалів: підручників, конспектів лекцій. Обговорення теоретичного та практичного матеріалу в онлайн сервісах, формулювання творчих завдань для студентів, виконання яких готує до вивчення нового теоретичного матеріалу.
Необхідне обладнання	Для проведення лекцій: комп'ютер, проектор, доступ до мережі інтернет. Для проведення лабораторних та виконання завдань: комп'ютер, ОС Windows/Linux, доступ до інтернету. Уся література, яку студенти не можуть 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.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Під час проведення лабораторних завдань студенти самостійно розв'язують 10 задач, кожна з яких оцінюється в 6 балів. Відповідно кожен студент може отримати 60 балів. Крім того 40 балів нараховується за активну роботу під час лекцій та лабораторних занять.</p> <p>Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідують усі лекції і лабораторні заняття курсу. Активність під час проведення лекцій і лабораторних заохочується балами. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків визначених для виконання всіх видів робіт, передбачених курсом. Виконані роботи завантажують у відповідне хмарне сховище. Активність на лекціях і лабораторних враховують при оцінюванні відповідного лабораторного завдання.</p> <p>Академічна доброчесність: очікується, що роботи студентів будуть їхнім оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів, здавання чужих комп'ютерних програм як своїх становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її не зарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p>
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано після завершення курсу.

Схема курсу

Тиж.	Тема, план	Форма діяльності (заняття)	Література	Завдання, год	Термін виконання
1.	Тема 1. Лінійні неперервні функціонали. Спряжений простір. Приклади.	лекція, самостійна робота	[1,4]	2 6	1 тиждень
	Тема 1. Лінійні неперервні функціонали в просторах $L_p(a,b)$ та $C[a,b]$.	лаб.	[1,4]	2	1 тиждень
2.	Тема 2. Спряжені оператори в банахових та гільбертових просторах. Приклади.	лекція, самостійна робота	[1,4]	2 6	1 тиждень
	Тема 2. Аналіз конкретних спряжених операторів в просторах $L_p(a,b)$ та $C[a,b]$. Знаходження норми цих операторів.	лаб.	[1,4]	2	1 тиждень

3.	Тема 3. Теорема Хана-Банаха. Теорема Ріса про загальний вигляд лінійного неперервного функціоналу.	лекція, самостійна робота	[1,4]	2 7	1 тиждень
	Тема 3. Доведення обмеженості та замкнутості заданих множин в просторах $L_p(a,b)$ та $C[a,b]$.	лаб.	[1,4]	2	1 тиждень
4.	Тема 4. Компактні та бікомпактні множини в нормованих просторах.	лекція, самостійна робота	[1,4]	2 6	1 тиждень
	Тема 4. Доведення компактності заданих множин в просторі $L_p(a,b)$.	лаб.	[1,4]	2	1 тиждень
5.	Тема 5. Властивості неперервних функціоналів на бікомпактних множинах.	лекція, самостійна робота	[1,4]	2 6	1 тиждень
	Тема 5. Дослідження властивостей лінійних неперервних функціоналів на бікомпактних множинах. Приклади конкретних лінійних функціоналів.	лаб.	[1,4]	2	1 тиждень
6.	Тема 6. Компактні множини в просторі неперервних функцій. Теорема Арцела-Асколі.	лекція, самостійна робота	[1,4]	2 7	1 тиждень
	Тема 6. Доведення компактності заданих множин в просторі $C[a,b]$.	лаб.	[1,4]	2	1 тиждень
7.	Тема 7. Цілком неперервні оператори в гільбертових просторах. Приклади.	лекція, самостійна робота	[1,4]	2 6	1 тиждень
	Тема 7. Дослідження компактності інтегральних операторів з неперервним ядром.	лаб.	[1,4]	2	1 тиждень
8.	Тема 8. Лінійні рівняння першого та другого роду. Приклади.	лекція, самостійна робота	[1,4]	2 6	1 тиждень

	Тема 8. Дослідження компактності інтегральних операторів з ядром, що містить слабку особливість.	лаб.	[1,4]	2	1 тиждень
9.	Тема 9. Теореми Фредгольма для лінійних рівнянь другого роду.	лекція, самостійна робота	[1,4]	2 7	1 тиждень
	Тема 9. Аналіз інтегрального одновимірного рівняння першого роду, до якого зводиться двовимірна задача Діріхле для рівняння Лапласа.	лаб.	[1,4]	2	1 тиждень
10.	Тема 10. Нормально розв'язні оператори. Умови існування єдиного розв'язку.	лекція, самостійна робота	[1,4]	2 6	1 тиждень
	Тема 10. Аналіз інтегрального одновимірного рівняння другого роду, до якого зводиться двовимірна задача Діріхле для рівняння Лапласа.	лаб.	[1,4]	2	1 тиждень
11.	Тема 11. Нетерові та фредгольмові оператори. Приклади.	лекція, самостійна робота	[1,4]	2 6	1 тиждень
	Тема 11. Використання теорії фредгольмових операторів для дослідження розв'язності одновимірного інтегрального рівняння другого роду теорії потенціалу.	лаб.	[1,4]	2	1 тиждень
12.	Тема 12. Умови існування єдиного розв'язку для фредгольмового оператора.	лекція, самостійна робота	[1,4]	2 7	1 тиждень
	Тема 12. Дослідження нормальної розв'язності конкретних двовимірних інтегральних рівнянь другого роду.	лаб.	[1,4]	2	1 тиждень
13.	Тема 13. Графік оператора. Замкнуті оператори. Приклади.	лекція, самостійна робота	[1,4]	2 6	1 тиждень
	Тема 13. Диференціальний оператор в конкретних просторах як приклад замкнутого оператора.	лаб.	[1,4]	2	1 тиждень

14.	Тема 14. Теорема про обмеженість оператора оберненого до замкнутого.	лекція, самостійна робота	[1,4]	2 6	1 тиждень
	Тема 14. Приклади знаходження оператора оберненого до оператора диференціювання.	лаб.	[1,4]	2	1 тиждень
15.	Тема 15. Вкладення банахових просторів. Приклади.	лекція, самостійна робота	[1,4]	2 7	1 тиждень
	Тема 15. Аналіз вкладення конкретних функціональних просторів. Доведення неперервності оператора вкладення.	лаб.	[1,4]	2	1 тиждень
16.	Тема 16. Априорні оцінки. Розв'язність лінійних рівнянь для замкнутих операторів.	лекція, самостійна робота	[1,4]	2 6	1 тиждень
	Тема 16. Отримання априорних оцінок для крайової задачі для звичайного диференціального рівняння другого порядку.	лаб.	[1,4]	2	1 тиждень