ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан математичного факультету

_____ С.І. Гоменюк
(підпис) (ініціали та прізвище)

«_____»_____2026 р.

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВИБРАНІ ПИТАННЯ ТЕОРІЇ ОПЕРАТОРІВ

підготовки магістра
денної та заочної форм здобуття освіти
освітньо-професійна програма «Математика»
спеціальності Е7 Математика
галузі знань Е Природничі науки, математика та статистика

ВИКЛАДАЧ: Красікова І.В., к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри фундаментальної та прикладної математики

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри фундаментальної та
прикладної математики

Протокол № 1 від "26" серпня 2026 р.
Завідувач кафедри фундаментальної та
прикладної математики
_____С.М. Гребенюк
(підпис) (ініціали, прізвище)

Погоджено

Гарант освітньо-професійної програми

_____ І.В. Красікова
(підпис) (ініціали, прізвище)

2026 рік

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Силабус навчальної дисципліни

Зв`язок з викладачем:
E-mail: *studfmznu@gmail.com*
Сезн ЗНУ повідомлення: *Красікова Ірина Володимирівна*
Телефон: (050) 514-54-85
Інші засоби зв'язку: *Telegram* – (050) 514-54-85
Кафедра фундаментальної та прикладної математики: *– І корпус, ауд. 21*

1. Опис навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Вибрані питання теорії операторів» є поглиблення знань з теорії лінійних операторів, з якою здобувачі знайомилися в курсі функціонального аналізу на бакалаврському рівні. Основні розділи дисципліни "Вибрані питання теорії операторів" стосуються лінійних операторів, заданих на векторних ґратках. Понятя ґратки об'єднує в собі поняття лінійного простору та частково впорядкованої множини. Якщо додатково вимагати наявність норми, отримаємо банахову ґратку. Наявність таких додаткових структур дає можливість розглядати нові класи операторів: додатні, регулярні, вузькі, порядково-нормовані тощо. Знайомству з такими класами операторів і присвячений цей курс.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Вибрані питання теорії операторів» є:

- Формування поглиблених знань про оператори у впорядкованих просторах: засвоєння фундаментальних понять теорії векторних та банахових ґраток, а також специфіки операторів, які на них діють;
- Вивчення спеціальних класів лінійних операторів: опанування властивостей додатних, регулярних, вузьких, порядково-нормованих та інших специфічних класів операторів, що виникають завдяки наявності порядкової та нормованої структур;
- Дослідження взаємозв'язку структур: аналіз взаємодії між алгебраїчною (лінійний простір), порядковою (частково впорядкована множина / ґратка) та топологічною (норма / банахова ґратка) структурами й їхнього впливу на поведінку операторів;
- Опанування аналітичного апарату: засвоєння сучасних методів і техніки доведення теорем у теорії операторів на векторних ґратках для вирішення складніших задач функціонального аналізу;
- Знайомство з сучасними результатами теорії операторів на просторах Рісса..

Дисципліна «Вибрані питання теорії операторів» є логічним продовженням окремих розділів функціонального аналізу. Набуті при вивченні курсу «Вибрані питання теорії операторів» знання необхідні для подальшого вивчення курсів «Методологія та організація наукових досліджень», «Наближені методи розв'язання крайових задач» та підготовки кваліфікаційної роботи магістра.

Паспорт навчальної дисципліни

Нормативні показники	денна форма здобуття освіти	заочна форма здобуття освіти
Статус дисципліни	Обов'язкова	
Семестр	1 -й	1 -й
Кількість кредитів ECTS	**5**	
Кількість годин	150	
Лекційні заняття	14 год.	6 год.
Практичні заняття	28 год.	8 год.
Самостійна робота	108 год.	136 год.

Консультації	*Дистанційно, Zoom*
Вид підсумкового семестрового контролю:	екзамен
Посилання на електронний курс у СЕЗН ЗНУ (платформа Moodle)	https://moodle.znu.edu.ua/course/section.php?id=123321

2. Методи досягнення запланованих освітньою програмою компетентностей і результатів навчання

КОМПЕТЕНТНОСТІ/ результати навчання	Методи навчання	Форми і методи оцінювання
(ЗК-1) Здатність вирішувати проблеми в професійній діяльності на основі абстрактного мислення, аналізу та синтезу	- індуктивні та дедуктивні методи; - проблемно-пошукові методи (створення проблемних ситуацій, в яких студент шукає шляхи розв'язання)	- контрольні роботи; - індивідуальне завдання
(ЗК-3) Здатність до поглиблення знань і розуміння предметної області та професійної діяльності	- репродуктивні методи; - словесні методи викладення матеріалу на лекціях; - самостійна робота студентів; - тренувальні вправи	- тестування; - контрольні роботи; - індивідуальне завдання
(ЗК 4) Здатність вчитися, здобувати нові знання та уміння	- індуктивні та дедуктивні методи; - проблемно-пошукові методи (створення проблемних ситуацій, в яких студент шукає шляхи розв'язання)	- тестування; - контрольні роботи; - індивідуальне завдання; - самостійна робота
(ЗК 6) Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел, в тому числі іноземною мовою	- індуктивні та дедуктивні методи; - проблемно-пошукові методи (створення проблемних ситуацій, в яких студент шукає шляхи розв'язання)	- контрольні роботи; - індивідуальне завдання; - самостійна робота
(СК-1) Здатність розв'язувати проблеми різної складності та формулювати нові проблеми математичною мовою	– дослідницький метод спрямований на залучення студентів до самостійного розв'язання задач; – проблемне викладання навчального матеріалу (створення проблемних ситуацій та демонстрація шляхів їх розв'язання);	– контрольні роботи; – індивідуальні завдання

	– стимулювання до генерації оригінальних ідей при розв'язанні теоретичних і практичних задач	
(СК-2) Здатність формулювати та доводити математичні твердження, отримувати висновки, перевіряти правильність розв'язання задач та міркувань	– методи колективної роботи під час практичних занять; – методи комунікації на заняттях, при захисті виконаних робіт; – проблемне викладання	– контрольні роботи; – індивідуальні завдання
(СК-3) Здатність демонструвати теоретичні основи фундаментальних математичних дисциплін та застосовувати системний підхід під час проведення математичних досліджень та при розв'язанні конкретних прикладних задач	– дослідницький метод спрямований на залучення студентів до самостійного розв'язання задач; – методи колективної роботи під час практичних занять; – проблемне викладання	– контрольні роботи; – індивідуальні завдання
(ПРН-1) Розуміти фундаментальну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми.	– дослідницький метод; – тренувальні вправи; – стимулювання до генерації ідей; – репродуктивний метод; – активні методи навчання: послідовна й цілеспрямована постановка перед студентами завдань, розв'язуючи які вони активно засвоюють нові знання і отримують вміння і навички, пошук розв'язання проблемної ситуації	– контрольні роботи; – індивідуальне завдання; – самостійна робота; – екзамен
(ПРН-3) 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.	– дослідницький метод; – тренувальні вправи; – стимулювання до генерації ідей; – репродуктивний метод; – активні методи навчання: послідовна й цілеспрямована постановка перед студентами завдань, розв'язуючи які вони активно засвоюють нові знання і отримують вміння і навички, пошук розв'язання проблемної ситуації	– контрольні роботи; – індивідуальне завдання; – екзамен
(ПРН-9) Знати теореми і методи сучасних розділів теорії операторів, уміти досліджувати властивості класів операторів.	– пояснювально-ілюстративний метод; – індуктивні та дедуктивні методи; – практичні методи (розв'язання практичних задач, виконання індивідуальних завдань); – репродуктивний метод;	– контрольні роботи; – індивідуальне завдання; – самостійна робота; – екзамен

	– самостійна робота здобувачів; – контроль, самоконтроль і корекція	
(ПРН-10) Знати базові поняття та теореми, що стосуються гладких многовидів та відображень, основні поняття ріманової та метричної геометрії. Уміти досліджувати гладкі многовиди та геометричні структури на них та використовувати їх у теоретичних та практичних задачах.	– проблемно-пошукові методи; – дослідницький метод; – практичні методи (розв'язання практичних задач, виконання індивідуальних завдань); – стимулювання до генерації ідей; – колективна робота; – контроль, самоконтроль і корекція	– контрольні роботи; – індивідуальне завдання
(ПРН-11) Демонструвати здатність до самонавчання, уміти організовувати власну діяльність.	– практичні методи (розв'язання практичних задач, виконання індивідуальних завдань); – самостійна робота здобувачів; – колективна робота; – контроль, самоконтроль і корекція; – пояснювально-ілюстративний метод; – репродуктивний метод; – активні методи навчання: послідовна й цілеспрямована постановка перед студентами завдань, розв'язуючи які вони активно засвоюють нові знання і отримують вміння і навички	– контрольні роботи; – індивідуальне завдання; – екзамен

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Векторні ґратки (простори Рісса) та їхня структура

Простори Рісса та їхні основні властивості. Поняття частково впорядкованого векторного простору. Означення векторної ґратки (простору Рісса). Основні тотожності та нерівності у просторах Рісса.

Додатна та від'ємна частини елемента, модуль елемента. Диз'юнктні елементи.

Приклади просторів Рісса: простори послідовностей, простори неперервних та вимірних функцій.

Архімедовість: означення архімедового простору Рісса, критерії та приклади архімедових і неархімедових просторів.

Порядкова повнота та підпростори у просторах Рісса. Порядкова збіжність послідовностей та напрямленостей.

Порядково повні простори (Dedekind complete): означення σ-Дедекіндової та Дедекіндової повноти. Порівняльний аналіз порядкової повноти в просторах $C([a,b])$, $L_p[a,b]$ та ℓ_p.

Підструктури просторів Рісса. Ідеали (порядкові ідеали) та їхні властивості. Смуги як спеціальний клас ідеалів. Диз'юнктні доповнення та їхні властивості.

Порядкові проекції та фрагменти елементів. Головні ідеали та головні смуги. Проекційні смуги та теорема про проекцію. Порядкові проекції: означення, властивості та алгебра проекцій.

Фрагменти елементів простору Рісса. Означення фрагмента (компоненти) додатного елемента. Латеральний порядок: означення, частковий порядок на множині фрагментів, структура ґратки булевої алгебри фрагментів. Приклади фрагментів у просторах $C(K)$ та $L_p(\mu)$.

Змістовий модуль 2. Спеціальні класи лінійних та нелінійних операторів на векторних ґратках.

Додатні лінійні оператори: означення, монотоність, конус додатних операторів.

Властивості додатних операторів та нерівності для модулів. Теорема Канторовича про продовження додатних операторів, її формулювання, доведення та значення для теорії операторів.

Приклади додатних операторів (інтегральні оператори, оператори підстановки, норми як оператори).

Порядково обмежені оператори: означення, зв'язок із неперервністю та обмеженістю в банахових ґратках.

Регулярні оператори: означення як різниці двох додатних операторів, простір $L_r(E,F)$. Співвідношення між класами: порядкова обмеженість, регулярність. Простори регулярних операторів як векторні ґратки.

Алгебраїчні та порядкові властивості простору порядково обмежених операторів $\mathcal{L}_b(E,F)$. Теорема Рісса-Канторовича.

Формули для модулів, точних верхніх та нижніх меж операторів.

Поняття нелінійних операторів на векторних ґратках. Ортогонально-адитивні оператори. Додатні та порядково обмежені ортогонально-адитивні оператори. Приклади. Представлення ортогонально-адитивних операторів та їхня роль у сучасній теорії функціонального аналізу.

4. Структура навчальної дисципліни

Вид заняття /роботи	Назва теми	Кількість годин		Згідно з розкладом
		д.ф.	з.ф.	
Лекція 1	Тема. Простори Рісса. Приклади. Архімедовість 1. Векторні ґратки (простори Рісса): основні означення, поняття модуля, позитивної та негативної частин елемента, диз'юнктність. 2. Класичні приклади просторів Рісса ($\mathbb{R}^n$, c_0, ℓ_p, $C(K)$, $L_p(\mu)$) та їхні порядкові властивості.	2	0,5	*тиждень 1*

	3. Поняття архімедового простору Рісса: означення та критерії. 4. Приклади архімедових і неархімедових векторних ґраток (лексикографічний порядок).			
Практичне заняття 1	Тема. Структура та елементи простору Рісса 1. Знаходження позитивної (x^+), негативної (x^-) частин та модуля ($\|x\|$) елементів у просторах $\mathbb{R}^n$, c_0, $C([a,b])$ та $L_p([a,b])$. 2. Перевірка елементів на диз'юнктність та доведення основних тотожностей і нерівностей для модулів у векторних ґратках.	2	0,5	*тиждень 1*
Практичне заняття 2	Тема. Дослідження архімедовості просторів 1. Перевірка виконання властивості Архімеда для класичних просторів функцій та послідовностей. 2. Аналіз неархімедових просторів на прикладі лексикографічного порядку на $\mathbb{R}^2$.	2	0,5	*тиждень 2*
Самостійна робота	Тема. Простори Рісса. Приклади. Архімедовість 1. Вивчити властивості конуса додатних елементів векторної ґратки та його роль у введенні часткового порядку. 2. Ознайомитися з поняттям одиниці ґратки (порядкової та топологічної) на прикладі просторів $C(K)$ та $B(S)$. 3. Опрацювати доведення критерію архімедовості простору Рісса через збіжність спадних послідовностей ($\inf \frac{1}{n} x = 0$).	13	17	
Лекція 2	Тема. Додатні оператори. Теорема Канторовича 1. Додатні лінійні оператори на векторних ґратках: означення, монотоність та конус додатних операторів. 2. Властивості модулів зображень та базові нерівності для додатних операторів. 3. Теорема Канторовича про продовження додатного оператора (Theorem 1.10): формулювання та доведення. 4. Застосування та приклади додатних операторів (оператори інтегрування та підстановки).	2	0,5	*тиждень 3*
Практичне заняття 3	Тема. Перевірка додатності та властивостей операторів 1. Дослідження на додатність інтегральних операторів, операторів підстановки (зсуву) та матрічних операторів.	2	0,5	*тиждень 3*

	2. Обчислення та оцінка модулів зображень $\|Tx\|$ для додатних операторів на конкретних прикладах.			
Практичне заняття 4	Тема. Застосування теореми Канторовича 1. Побудова та аналіз продовжень додатних лінійних операторів з підпросторів за теоремою Канторовича (Theorem 1.10). 2. Застосування теореми Канторовича до мажорованих операторів та оцінки їхніх норм/модулів.	2	0,5	*тиждень 4*
Самостійна робота	1. Додатні оператори. Теорема Канторовича 2. Вивчити зв'язок між додатностями лінійного оператора та його порядковою неперервністю (o-неперервністю). 3. Ознайомитися із поняттям мажорованого оператора та його застосуванням у теоремах про продовження. 4. Опрацювати кроки доведення Теореми Канторовича для випадку підпросторів, що є ідеалами.	13	18	
Лекція 3	Тема. Порядково обмежені та регулярні оператори 1. Порядково обмежені (b-обмежені) оператори: означення та зв'язок із порядковими інтервалами. 2. Регулярні оператори як різниця двох додатних операторів та простір $\mathcal{L}_r(E,F)$. 3. Зв'язок між порядковою обмеженістю та регулярністю операторів (Theorem 1.14). 4. Основні властивості та приклади нерегулярних або порядково необмежених операторів.	2	1	*тиждень 5*
Практичне заняття 5	Дослідження порядкової обмеженості 1. Перевірка порядкової обмеженості (b-обмеженості) операторів, що діють між просторами $C([a,b])$, ℓ_p та L_p. 2. Знаходження образів порядкових інтервалів $[x,y]$ при дії b-обмежених операторів.	2	0,5	*тиждень 5*
Практичне заняття 6	Тема Регулярні оператори 1. Розклад регулярних операторів у вигляді різниці двох додатних операторів ($T = T^+ - T^-$). 2. Застосування Theorem 1.14 для встановлення еквівалентності або відмінності між класами порядково обмежених та регулярних операторів.	2	0,5	*тиждень 6*
Самостійна робота	Тема. Порядково обмежені та регулярні оператори	13	17	

	1. Вивчити відмінності між порядковою обмеженістю (b-обмеженістю) та топологічною обмеженістю (неперервністю за нормою) в банахових ґратках. 2. Ознайомитися з поняттям солідарних множин та їхньою роллю у визначенні b-обмежених операторів. 3. Опрацювати доведення теореми про співвідношення та збіг класів порядково обмежених і регулярних операторів у порядково повних ґратках.			
Лекція 4	Тема. Порядково повні простори. Теорема Рісса-Канторовича 1. Порядкова збіжність (o-збіжність) та поняття порядково повного (Dedekind complete) простору Рісса. 2. Порівняння порядкової повноти в просторах $C([a,b])$, $L_p[a,b]$ та ℓ_p. 3. Теорема Рісса-Канторовича (Theorem 1.18): простір $\mathcal{L}_b(E,F)$ як порядково повна векторна ґратка. 4. Явні формули для точних верхніх/нижніх меж та модуля оператора $((T_1 \vee T_2)x, \lvert T\rvert x)$.	2	1	*тиждень 7*
Практичне заняття 7	Тема. Порядкова збіжність та Дедекіндова повнота 1. Дослідження o-збіжності (порядкової збіжності) послідовностей у просторах c_0, ℓ_∞, $C([a,b])$ та L_p. 2. Перевірка просторів Рісса на порядкову повноту (Dedekind completeness) та σ-повноту.	2	0,5	*тиждень 7*
Практичне заняття 8	Тема. Обчислення операторних меж 1. Обчислення супремуму $(T_1 \vee T_2)$, інфімуму $(T_1 \wedge T_2)$ та модуля $(\lvert T\rvert)$ операторів за формулами Рісса-Канторовича. 2. Побудова точних верхніх і нижніх меж для скінченновимірних та інтегральних операторів у порядково повних ґратках.	2	0,5	*тиждень 8*
Самостійна робота	1. Порядково повні простори та Теорема Рісса-Канторовича 2. Вивчити поняття σ-Дедекіндової повноти та її порівняльну характеристику з повною Дедекіндовою повнотою. 3. Ознайомитися з теоремою про представлення залишків і точних меж у просторі $\mathcal{L}_b(E,F)$. 4. Опрацювати деталі доведення Теореми Рісса-Канторовича (Theorem 1.18) та	13	18	

	формули для точних верхніх і нижніх меж двох операторів ($(T_1 \vee T_2)x$).			
Лекція 5	Тема. Ідеали, смуги та порядкові проекції 1. Порядкові ідеали та смуги (bands) у просторах Рісса: означення, відмінності та приклади. 2. Диз'юнктне доповнення підмножини та його властивості. 3. Проекційні смуги та теорема про проекцію у просторах Рісса. 4. Порядкові проекції: означення, алгебраїчні властивості та їхній зв'язок зі смугами.	2	1	*тиждень 9*
Практичне заняття 9	Тема. Структура ідеалів та смуг 1. Перевірка підмножин у просторах $C([a,b])$, ℓ_p та L_p на відповідність означенням порядкового ідеалу та смуги (band). 2. Знаходження диз'юнктних доповнень A^d та A^{dd} для різних підмножин у векторних ґратках.	2	0,5	*тиждень 9*
Практичне заняття 10	Тема. Побудова та аналіз порядкових проекцій 1. Визначення проекційних смуг та побудова відповідних порядкових проекцій $P_B x$. 2. Перевірка алгебраїчних властивостей порядкових проекцій ($P^2 = P$, $0 \le P \le I$) та їхньої взаємної ортогональності.	2	1	*тиждень 10*
Самостійна робота	Тема. Ідеали, смуги та порядкові проекції 1. Вивчити критерії того, коли порядковий ідеал є смугою (band) у порядково повному просторі Рісса. 2. Ознайомитися з поняттям головної смуги, породженої елементом x, та її вираженням через диз'юнктне доповнення (x^{dd}). 3. Опрацювати доведення Теореми про проекцію (Projection Theorem) та алгебраїчні властивості порядкових проекцій.	13	18	
Лекція 6	Тема. Фрагменти елементів простору Рісса та латеральний порядок. Приклади 1. Означення фрагмента (компоненти) додатного елемента та його геометричний зміст. 2. Латеральний порядок на просторах Рісса: означення та основні властивості.	2	1	*тиждень 11*

	3. Булева алгебра фрагментів елемента у порядково повних просторах Рісса. 4. Приклади фрагментів функцій у просторах $C(K)$ та $L_p(\mu)$.			
Практичне заняття 11	Тема. Знаходження та характеристика фрагментів 1. Знаходження всіх фрагментів (компонент) заданого додатного елемента у просторах $\mathbb{R}^n$, ℓ_∞ та $C([a,b])$. 2. Дослідження фрагментів вимірних функцій у просторах $L_p(\mu)$ та їхній зв'язок із характеристичними функціями (індикаторами) множин.	2	0,5	*тиждень 12*
Практичне заняття 12	Тема. Властивості латерального порядку 1. Перевірка співвідношень латерального порядку ($e_1 \sqsubseteq e_2$) для елементів векторних ґраток. 2. Побудова та дослідження Булевої алгебри фрагментів для елементів у порядково повних просторах Рісса.	2	1	*тиждень 12*
Самостійна робота	Тема. Фрагменти елементів простору Рісса та латеральний порядок 1. Вивчити означення латерального порядку ($e_1 \sqsubseteq e_2$) та його алгебраїчний зв'язок із диз'юнктністю ($e_1 \perp (e_2 - e_1)$). 2. Ознайомитися з поняттям Булевої алгебри фрагментів $\mathcal{F}(x)$ додатного елемента x та її топологічними властивостями. 3. Опрацювати застосування фрагментів елементів для побудови спектральних розкладів у теорії операторів (теорема Фрейденталя).	13	18	
Лекція 7	Тема. Ортогонально-адитивні оператори. Приклади 1. Поняття нелінійного оператора на векторній ґратці та означення ортогональної адитивності ($T(x+y) = Tx + Ty$ для $x \perp y$). 2. Додатні та порядково обмежені ортогонально-адитивні оператори. 3. Основні класи та приклади: оператори Урисона, абстрактні оператори Неміцького, порядкові норми. 4. Застосування ортогонально-адитивних операторів у сучасному нелінійному функціональному аналізі.	2	1	*тиждень 13*
Практичне заняття 13	Тема. Перевірка ортогональної адитивності та приклади 1. Дослідження нелінійних операторів на ортогональну адитивність ($T(x+y) = Tx + Ty$ для $x \perp y$).	2	0,5	*тиждень 13*

	2. Аналіз прикладів ортогонально-адитивних операторів: операторів суперпозиції (Неміцького) та операторів типу Урисона.			
Практичне заняття 14	Тема. Порядкові властивості ортогонально-адитивних операторів 1. Дослідження додатних та порядково обмежених ортогонально-адитивних операторів. 2. Знаходження модуля та розклад ортогонально-адитивних операторів у просторах функцій.	2	0,5	*тиждень 14*
Самостійна робота	1. Виконання індивідуального завдання. 2. Підготовка до екзамену.	30	30	

5. Види і зміст контрольних заходів

Вид заняття/роботи	Вид поточного контрольного заходу	Зміст контрольного заходу*	Критерії оцінювання та термін виконання*	Усього балів
1	2	3	4	5
Поточний контроль				
Практичне заняття 3	Тест 1.	Розміщено в СЕЗН ЗНУ https://moodle.znu.edu.ua/mod/quiz/view.php?id=681699	Термін виконання – тиждень, на якому відбувається практичне заняття; Тест містить 5 питань по 2 бали кожне	**10**
Практичне заняття 6	Тест 2.	Розміщено в СЕЗН ЗНУ https://moodle.znu.edu.ua/mod/quiz/view.php?id=681774	Термін виконання – тиждень, на якому відбувається практичне заняття; Тест містить 5 питань по 2 бали кожне	**10**
Практичне заняття 9	Тест 3.	Розміщено в СЕЗН ЗНУ https://moodle.znu.edu.ua/mod/quiz/edit.php?cmid=681777	Термін виконання – тиждень, на якому відбувається практичне заняття; Тест містить 5 питань по 2 бали кожне	**10**
Практичне заняття 11	Самостійна робота.	Розміщено в СЕЗН ЗНУ https://moodle.znu.edu.ua/mod/quiz/view.php?id=681775	Термін виконання – тиждень, на якому відбувається практичне заняття; Робота містить 3 задачі по 5 балів кожна	**15**
Практичне заняття 14	Контрольна робота.	Розміщено в СЕЗН ЗНУ https://moodle.znu.edu.ua/mod/quiz/view.php?id=681701	Термін виконання – тиждень, на якому відбувається практичне заняття; Робота містить 3 задачі по 5 балів кожна	**15**
Усього за поточний контроль				**60**

Підсумковий контроль				
Іспит	Теоретичне завдання: Екзаменаційний тест тест	Питання для підготовки розміщено в СЕЗН ЗНУ Тест містить 10 теоретичних питань з всього курсу.	Тест виконується за розкладом. Питання оцінюються в 2 бали кожне.	**20**
	Практичне завдання: Індивідуальне практичне завдання	Завдання складається з 2 задач. Розв'язання задач з детальними поясненнями оформлюється в окремому зошиті та надається на перевірку в системі СЕНЗ ЗНУ Завдання розташоване в СЕНЗ ЗНУ	Рекомендований термін виконання кожного завдання: наступний тиждень після завершення вивчення відповідної теми. Розв'язані з детальними поясненнями задачі оформлюються в окремому зошиті. Термін захисту кожного завдання: наступний тиждень після завершення вивчення відповідної теми. Умови індивідуальних завдань і рекомендації до їх виконання розміщено в системі СЕНЗ ЗНУ Кількість балів за кожне завдання обчислюється пропорційно кількості розв'язаних задач. Задача вважається повність розв'язаною (коефіцієнт розв'язання 1), якщо наведено повне та правильне розв'язання. Якщо задача розв'язана частково, коефіцієнт розв'язання 0,5. Якщо в розв'язанні задачі є лише незначне просування, така задача вважається нерозв'язаною (коефіцієнт розв'язання 0). ІДЗ можна допрацьовувати до залікового тижня	**20**
Усього за підсумковий контроль				**40**

Шкала оцінювання ЗНУ: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано

F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		

6. Основні навчальні ресурси

Рекомендована література

1. Aliprantis C. D., Burkinshaw O. Positive Operators. Dordrecht : Springer, 2006. 376 p.
2. Aliprantis C. D., Burkinshaw O. Locally Solid Riesz Spaces with Applications to Economics. 2nd ed. Providence : American Mathematical Society, 2003. 198 p.
3. Попов М. М., Рябцев О. В. Вступ до теорії векторних ґраток. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2017. 144 с.
4. Meyer-Nieberg P. Banach Lattices. Berlin : Springer-Verlag, 1991. 395 p.
5. Zaanen A. C. Riesz Spaces II. Amsterdam : North-Holland Publishing Company, 1983. 720 p.
6. Kusraev A. G. Vector Lattices and Positive Operators. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 2000. 472 p.
7. Любецький В. О., Попов М. М. Елементи теорії функцій і функціонального аналізу : навч. посіб. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2020. 216 с.
8. Abramovich Y. A., Aliprantis C. D. An Invitation to Operator Theory. Providence : American Mathematical Society, 2002. 530 p.
9. Luxenburg W. A. J., Zaanen A. C. Riesz Spaces I. Amsterdam : North-Holland Publishing Company, 1971. 496 p.
10. Functional analysis. 6th Edition. Springer, 1995. 501 c.
11. Popov M., Randrianantoanina B. Narrow Operators on Function Spaces and Vector Lattices. Berlin-Boston : De Gruyter, 2013. 317 p.
12. *Gumenchuk A.I.* Points of narrowness and uniformly narrow operators /A.I. Gumenchuk, I.V. Krasikova, M.M. Popov // Karpathian Mathemetical Publications. – 2017. – Vol.9, No.1 – (1). – P. 37-47. https://doi.org/10.15330/CMP.9.1.37-47
13. *Fotiy O., Gumenchuk A., Krasikova I., Popov M.* On sums of narrow and compact operators // Positivity 24 – 2020. – C.69-80. https://doi.org/10.1007/S11117-019-00666-4
14. *Kaminska A., Krasikova I., Popov M.* Projection lateral bands and lateral retracts // Karpathian Mathemetical Publications. – 2020. – Vol.12, No.2. – P. 333-339. https://doi.org/10.15330/ cmp.12.2.333-339
15. . *I. Krasikova, M. Pliev, M. Popov* Measurable Riesz spaces // Karpathian Mathemetical Publications. – 2021. – Vol.13, No.1. – P. 81-88. https://doi.org/10.15330/cmp.13.1.81-88
16. *Красікова І.В., Плієв М. А., Попов М.М., Фотій О.Г.* Часткова порядкова неперервність ортогонально адитивних операторів // Буковинський математичний журнал. – 2021. - Том 9, №1. – С. 200-209. https://doi.org/10.31861/bmj2021.01.17
17. *Gumenchuk A., Krasikova I., Popov M.* On linear sections of orthogonally additive operators // Matematychni Studii. - 2022. – Vol.58, No.1. – P. 94-102. https://doi.org/10.30970/ms.58.1.94-102
18. *Krasikova I., Pliev M., Popov M., Fotiy O.* Order Continuity of Orthogonally Additive Operators // Results in Mathematics. - 2022. – Vol. 77(1), No.5 https://doi.org/10.1007/s00025-021-01543-x[11]
19. *Kaminska A., Krasikova I., Popov M.* Infinite distributive laws for the lateral operations on a Riesz space // Karpathian Mathemetical Publications. – 2024. – Vol.16, No.2. – P. 461-468. https://doi.org/10.15330/cmp.16.2.461-468
20. *Krasikova I., Mykhaylyuk V., Popov M.* A new characterization of C-complete Riesz Spaces // Results in Mathematics. - 2025. – Vol. 80, No.17 https://doi.org/10.1007/s00025-024-02320-2

Інформаційні джерела

1. Система електронного забезпечення навчання ЗНУ. URL: http://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=17573
2. Наукова бібліотека Запорізького національного університету. URL: http://library.znu.edu.ua/
3. Навчальний курс з функціонального аналізу. An Introduction to Functional Analysis. URL: https://www.classcentral.com/course/functionalanalysis-1313
4. Онлайн курс з функціонального аналізу. URL: https://onlinecourses.nptel.ac.in/noc21_ma25/preview
5. Introduction to Functional Analysis. Lecture Notes. URL: https://ocw.mit.edu/courses/mathematics/18-102-introduction-to-functional-analysis-spring-2009/
6. Introduction to Functional Analysis. Lecture Notes and Readings. URL: https://ocw.mit.edu/courses/18-102-introduction-to-functional-analysis-spring-2021/pages/lecture-notes-and-readings/?utm_source=chatgpt.com

7. Регуляції і політики курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків.
Відвідування усіх занять є обов'язковим. У разі поважної причини відсутності студента на занятті, студент має розібратися з матеріалом самостійно та за потреби задати питання викладачу на консультації. Ведеться запис лекційних занять, тому студент може переглянути їх в зручний час. Поточні контрольні заходи, які студент проходить в СЕЗН ЗНУ, відкриті протягом декількох днів, щоб студент мав можливість виконати завдання в зручний час. Пропущені контрольні заходи, що проводилися на практичному занятті, відпрацьовуються на консультаціях.

Політика академічної доброчесності
Кожний студент мусить виконувати завдання поточного та підсумкового контролю самостійно та відповідно свого індивідуального варіанту. Якщо студент виконує інший варіант завдання, така робота не зараховується та підлягає перевиконанню. За умови підозри на несамостійне виконання завдання (онлайн-ресурси, ChatGPT) студент запрошується на відеоконференцію на платформі Zoom, де відповідає на питання стосовно виконаного завдання. В разі відмови надати пояснення стосовно своєї роботи, робота оцінюється нулем балів.
При захисті індивідуального завдання студент відповідає на питання щодо його виконання, в тому числі і на питання теоретичного характеру, які мають відношення то теми завдання. Якщо студент не може пояснити, як він виконував завдання, таке завдання не зараховується.

Використання комп'ютерів/телефонів на занятті
Чи можна під час занять користуватися мобільними телефонами, ноутбуками, планшетами та іншими персональними гаджетами? Якщо так, за яких умов?
Використання технічних засобів (мобільних телефонів, ноутбуків, планшетів та інших персональних гаджетів) під час лекційних і практичних занять дозволено лише в навчальних цілях. Зокрема, на електронних пристроях можуть бути необхідні навчальні матеріали. Використання мобільних телефонів для спілкування протягом лекційних або практичних занять заборонено. Під час проведення заходів поточного і підсумкового контролю використання власних технічних засобів також заборонено.

Комунікація
Комунікація студентів з викладачем здійснюється під час аудиторних занять та на консультаціях. За потреби – через Telegram, Moodle, електронну пошту. Термінові повідомлення надсилаються

студентам в групу в Telegram. Запрошення на відеоконференції на платформі Zoom розміщено на сторінці в СЕЗН ЗНУ.
Виконані індивідуальні завдання, викладені студентом на платформу Moodle ***вчасно,*** *перевіряються викладачем протягом 3 робочих днів. Якщо завдання надсилається невчасно, то його терміни перевірки не дотримуються. На інші запити викладач відповідає протягом 1 робочого дня.*

ДОДАТКОВА ІНФОРМАЦІЯ

ГРАФІК ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ 2026-2027 н.р. доступний за адресою: https://tinyurl.com/yckze4jd.

НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ. Перевірка набутих студентами знань, навичок та вмінь (атестації, заліки, іспити та інші форми контролю) є невід'ємною складовою системи забезпечення якості освіти і проводиться відповідно до Положення про організацію та методику проведення поточного та підсумкового семестрового контролю навчання студентів ЗНУ: https://tinyurl.com/h8d5kzmm.

ПОВТОРНЕ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІН, ВІДРАХУВАННЯ. Наявність академічної заборгованості до 6 навчальних дисциплін (в тому числі проходження практики чи виконання курсової роботи) за результатами однієї екзаменаційної сесії є підставою для надання студенту права на повторне вивчення зазначених навчальних дисциплін. Порядок повторного вивчення визначається Положенням про порядок повторного вивчення навчальних дисциплін та повторного навчання у ЗНУ: https://tinyurl.com/4zkx2jbp. Підстави та процедури відрахування студентів, у тому числі за невиконання навчального плану, регламентуються Положенням про порядок прийому, відрахування, переривання навчання, поновлення і переведення здобувачів вищої освіти в ЗНУ: https://tinyurl.com/mvw7unjz.

ВИРІШЕННЯ КОНФЛІКТІВ. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, регламентуються Положенням про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у ЗНУ: https://tinyurl.com/57wha734. Конфліктні ситуації, що виникають у сфері стипендіального забезпечення здобувачів вищої освіти, вирішуються стипендіальними комісіями факультетів, коледжів та університету в межах їх повноважень, відповідно до: Положення про порядок призначення і виплати академічних стипендій у ЗНУ: https://tinyurl.com/yd6bq6p9; Положення про призначення та виплату соціальних стипендій у ЗНУ: https://tinyurl.com/y9r5dpwh.

ПСИХОЛОГІЧНА ДОПОМОГА. Телефон довіри практичного психолога **Марті Ірини Вадимівни** (061) 228-15-84, (099) 253-78-73 (щоденно з 9 до 21).

УПОВНОВАЖЕНА ОСОБА З ПИТАНЬ ЗАПОБІГАННЯ ТА ВИЯВЛЕННЯ КОРУПЦІЇ
Запорізького національного університету: **Банах Віктор Аркадійович**
Електронна адреса: v_banakh@znu.edu.ua
Гаряча лінія: тел. (061) 227-12-76, факс 227-12-88

РІВНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ІНКЛЮЗИВНЕ ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ. Центральні входи усіх навчальних корпусів ЗНУ обладнані пандусами для забезпечення доступу осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення. Допомога для здійснення входу у разі потреби надається

черговими охоронцями навчальних корпусів. Якщо вам потрібна спеціалізована допомога, будь ласка, зателефонуйте (061) 228-75-11 (начальник охорони). Порядок супроводу (надання допомоги) осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення у ЗНУ: https://tinyurl.com/ydhcsagx.

РЕСУРСИ ДЛЯ НАВЧАННЯ

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА: http://library.znu.edu.ua. Графік роботи абонементів: понеділок-п`ятниця з 08.00 до 16.00; вихідні дні: субота і неділя.

СИСТЕМА ЕЛЕКТРОННОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАННЯ (MOODLE): https://moodle.znu.edu.ua

Якщо забули пароль/логін, направте листа з темою «Забув пароль/логін» за адресою: moodle.znu@znu.edu.ua.

У листі вкажіть: прізвище, ім'я, по-батькові українською мовою; шифр групи; електронну адресу.

Якщо ви вказували електронну адресу в профілі системи Moodle ЗНУ, то використовуйте посилання для відновлення паролю https://moodle.znu.edu.ua/mod/page/view.php?id=133015.

ЦЕНТР ІНТЕНСИВНОГО ВИВЧЕННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ: http://sites.znu.edu.ua/child-advance/

ЦЕНТР НІМЕЦЬКОЇ МОВИ, ПАРТНЕР ГЕТЕ-ІНСТИТУТУ: https://www.znu.edu.ua/ukr/edu/ocznu/nim

ШКОЛА КОНФУЦІЯ (ВИВЧЕННЯ КИТАЙСЬКОЇ МОВИ): http://sites.znu.edu.ua/confucius