



Волинський національний університет імені Лесі Українки

Кафедра математичного аналізу та статистики

СИЛАБУС

вибіркового освітнього компонента

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПРОСТОРИ ТА

СПІВВІДНОШЕННЯ МІЖ НИМИ

| | |
|--|--|
| Рівень вищої освіти | Перший (бакалаврський) |
| Галузь знань | 11 Математика та статистика |
| Спеціальність | 111 Математика |
| Освітня програма | Математика |
| Форма здобуття освіти | Денна |
| Розробник (викладач) | Бушев Дмитро Миколайович, кандидат фізико-математичних наук, доцент |
| Контактна інформація | Електронна адреса викладача: bushev-d@ukr.net Телефон: |
| Семестр, курс | 8 семестр, IV курс |
| Обсяг освітнього компонента | Загальний обсяг: 5 кредитів / 150 годин. Аудиторних годин: 30; з них: лекцій – 20 год., практичних – 10 год. Самостійної роботи: 110 години. Консультації 10 годин. |
| Форма контролю | Залік |
| Мова навчання | українська |
| Час занять | Аудиторні заняття проводяться за розкладом: http://94.130.69.82/cgi-bin/timetable.cgi Консультації викладача відповідно затвердженого графіку. |
| Анотація курсу | У курсі функціональні простори та співвідношення між ними вивчаються метричні, лінійні, лінійні нормовані, евклідові простори та співвідношення між ними. Опуклі функціонали та їх застосування. |
| Мета і завдання освітнього компонента | Формування особистості, розвиток інтелекту, аналітичного та синтетичного мислення, математичної культури та інтуїції; оволодіння теоретичними основами, понятійним апаратом та методами математичного; набуття знань, умінь для подальшого успішного вивчення інших математичних дисциплін та навичок застосування отриманих знань на практиці; формування таких загальних та спеціальних компетентностей: <ul style="list-style-type: none"> • здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; • знання й розуміння предметної області та професійної діяльності; • здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями; • здатність приймати обґрунтовані рішення; • визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків; • здатність формулювати проблеми математично та в символній формі з метою спрощення їх аналізу й розв'язання; • 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. |
| Soft skills | Вивчення функціональних просторів та співвідношень між ними сприяє тому, що здобувачі будуть: <ul style="list-style-type: none"> • використовувати умови, формулювання, висновки, доведення |

| | |
|--|--|
| | <p>та наслідки математичних тверджень;</p> <ul style="list-style-type: none"> • розуміти фундаментальну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми; • 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; • розв'язувати конкретні математичні задачі, • використовувати здобуті знання для написання та успішного захисту дипломних і магістерських робіт та вступу в аспірантуру. |
|--|--|

Структура освітнього компонента

| Назви змістових модулів і тем | Усього | Лек. | Практ. | Конс. | Сам. роб. | *Форма контролю/Бали |
|--|------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------------------|
| Змістовий модуль I. Метричні, лінійні, лінійні нормовані, евклідові простори та співвідношення між ними | | | | | | |
| Тема 1. Метричні простори. Приклади. | 14 | 1 | 2 | 1 | 10 | УО, РМГ/ 5 б. |
| Тема 2. Лінійні і лінійні нормовані простори. Приклади. | 14 | 1 | 2 | 1 | 10 | УО, РМГ/ 5 б. |
| Тема 3. Евклідові простори. Властивості скалярного добутку. Нерівність Шварца. | 14 | 1 | 2 | 1 | 10 | УО, РМГ/ 5 б. |
| Тема 4. Нерівність Юнга і Гельдера. | 14 | 1 | 2 | 1 | 10 | УО, РМГ/ 5 б. |
| Разом за змістовним модулем I | 56 | 4 | 8 | 4 | 40 | 20 б. |
| Змістовий модуль II. Опуклі функціонали та їх застосування | | | | | | |
| Тема 5. Опуклі множини. Критерій опуклості множини. Опуклі функціонали. Критерії опуклості функціонала. Критерії опуклості функції від однієї змінної. | 28 | 2 | 4 | 2 | 20 | УО, РМГ, РЗ/ 10 б. |
| Тема 6. Критерій знаковизначеності матриці. Достатні умови опуклості функції від багатьох змінних. | 32 | 2 | 4 | 2 | 24 | УО, РМГ, РЗ/ 5 б. |
| Тема 7. Встановлення опуклості поверхонь другого порядку. | 34 | 2 | 4 | 2 | 26 | УО, РМГ, РЗ/ 5 б. |
| Разом за змістовним модулем II | 94 | 6 | 12 | 6 | 70 | 20 б. |
| Контрольна робота | | | | | | 40 б. |
| ІНДЗ | | | | | | 20 б. |
| Всього годин | 150 | 10 | 20 | 10 | 110 | 100 б. |

* Форма контролю: УО – усне опитування, РЗ – розв'язування задач, РМГ – робота в малих групах.

Завдання для самостійного опрацювання

Самостійна робота здобувачів освіти включає:

1. Підготовка до практичних занять – 20 год;
2. Вивчення тем, що виносяться на самостійне опрацювання – 50 год;
- Властивості віддалі. Узагальнена нерівність трикутника, метричність простору $\langle X, \bar{\rho} \rangle$, де
$$\bar{\rho}(x, y) = \frac{\rho(x, y)}{1 + \rho(x, y)}$$
 і $\langle X, \rho \rangle$ метричний простір.
- Означення вимірної на множині функції. Приклад обмеженої на сегменті функції, яка не є вимірною на цьому сегменті.
- Приклади неперервних функцій, які не рівномірно неперервні на проміжку або на множині всіх дійсних чисел.
- Строгоопуклість донизу функціонала норми на всьому лінійному просторі.
- Приклади опуклих оболонок в математичному аналізі, в теорії імовірностей.
- Наслідок до нерівності Юнга.
3. Виконання ІНДЗ – 20 год;
4. Систематизація вивченого матеріалу перед контрольною роботою – 20 год.

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/yrNruzhM>).

Оцінювання знань здійснюється за 100-бальною шкалою. Максимальна кількість балів за поточний контроль з освітнього компонента – 100 балів. Поточний контроль реалізується в різних формах, зокрема оцінюється робота на парах (усне опитування, розв'язування задач) (40 балів), самостійне виконання індивідуальних завдань (20 балів) та контрольна письмова робота (40 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.

Залік виставляється за результатами поточної роботи за умови, що здобувач освітні виконав ті види навчальної роботи, які визначено силабусом. У випадку, якщо здобувач освіти не відвідував окремі аудиторні заняття (з поважних причин), на консультаціях він має право відпрацювати пропущені заняття та добрати ту кількість балів, яку було визначено на пропущені теми. Якщо за результатами семестру здобувачем накопичено не менше 60 балів, і студент (ка) погоджується із цим результатом, то оцінка за семестр виставляється без складання заліку в день, передбачений графіком заліково-екзаменаційної сесії. Якщо за результатами семестру накопичено менше 60 балів або студент (ка) не погоджується із результатом, то він (вона) складає залік як ліквідацію академічної заборгованості, при цьому бали, накопичені за семестр, анулюються. Залік проходить у письмовій формі, здобувачу пропонується набір 2 завдань, що представляють змістові модулі курсу. Максимальна кількість балів під час ліквідації академічної заборгованості з заліку – 100. Повторне складання заліку допускається не більше як два рази: один раз – викладачеві, другий – комісії, яку створює декан факультету.

Критерії поточного оцінювання

При роботі здобувача на практичних заняттях оцінюються: систематичність роботи на практичних заняттях, рівень знань, продемонстрований у відповідях при усному опитуванні, активність при обговоренні питань. За перший та другий змістовні модулі здобувач може отримати максимально 20 балів. Разом за роботу на практичних заняттях здобувач може отримати максимально 40 балів.

Оцінювання ІНДЗ здійснюється за 20-бальною шкалою. ІНДЗ подається викладачеві, який читає лекційний курс з даної дисципліни, не пізніше, ніж за 2 тижні до заліку.

Критерії оцінювання ІНДЗ:

20–18 балів ставиться в тому випадку, коли студент правильно розв'язує всі завдання, повністю описує пояснення ходу розв'язання, допускає лише неточності в оформленні чи помилку в обчисленні.

17–15 балів ставиться тоді, коли студент не повністю дослідив поставлені завдання або допустив деякі неточності (допустив помилки в обчисленнях або виконав 80% завдань.)

14–10 балів ставиться в тому випадку, коли студент не повністю розв'язав задачу або допускає помилки при розв'язанні практичних завдань, але виконано правильно не менше 70% від всіх даних йому завдань.

9–6 бали ставиться, коли студент під час розв'язування пропустив суттєві моменти розв'язання або допустив грубі помилки, виконав не менше 30% від загальної кількості запропонованих йому завдань.

5–1 бали ставиться, коли при підготовці ІНДЗ студент під час роботи показав незнання основних методів розв'язання, допустив грубі помилки, виконав менше 30 % від загальної кількості запропонованих йому завдань.

0 балів ставиться, якщо студент не здав ІНДЗ або жодного завдання не виконав правильно.

В кінці курсу заплановано підсумкову контрольну роботу, що оцінюється максимально в 40 балів.

Критерії оцінювання контрольної роботи:

40–36 балів ставиться, якщо студент правильно розв'язав практичні завдання, вміє чітко пояснити методику розв'язання та зміст застосовуваного понятійного апарату і формул, логічно та аргументовано обґрунтовує свої міркування і висновки.

35–31 бал ставиться, якщо студент демонструє ґрунтовне знання методики розв'язання практичних завдань і змісту застосовуваного понятійного апарату та формул, але допускає окремі незначні помилки, які не впливають суттєво на кінцевий результат.

30–24 бали ставиться, якщо студент показує знання методики розв'язання практичних завдань і основного понятійного апарату, однак допущені помилки у розв'язанні не дають можливості зробити повністю правильні або обґрунтовані висновки.

23–15 балів ставиться, якщо студент частково розв'язав практичні завдання, але не спромігся належним чином аргументувати свою відповідь, допускає помилки у використанні понятійного апарату та методики розв'язання задач.

14–7 балів ставиться, якщо студент недостатньо засвоїв основні поняття, не вміє розв'язувати більшість типових задач, допускає суттєві помилки у розрахунках і міркуваннях.

6–0 балів ставиться, якщо студент неправильно розв'язав практичні завдання, продемонстрував незадовільне знання понятійного апарату або не надав відповіді.

Рекомендована література

Методичне забезпечення

1. Коренков М.Є., Харкевич Ю.І. Функціональний аналіз (теорія і вправи): навч. посіб. Луцьк: СПД Гадяк Ж.В. «Волиньполіграф», 2015. 248 с.
2. Електронний варіант лекцій та контрольних питань.

Список джерел

1. Kolmogorov A. N., Fomin S. V. *Elements of the theory of functions and functional analysis*. New York : Dover Publications, 1999. 496 p.
2. Akhiezer N. I. *Theory of approximation*. New York : Dover Publications, 1992. 307 p.
3. Gelbaum B., Olmsted J. *Counterexamples in analysis*. San Francisco : Holden-Day, 1964. 251 p.
4. Korneichuk N. P. *Extremal problems in approximation theory*. Berlin : Springer-Verlag, 1991. 320 p.
5. Korneichuk N. P. *Exact constants in approximation theory*. Cambridge : Cambridge University Press, 1991. 424 p.
6. Kantorovich L. V., Akilov G. P. *Functional analysis*. Oxford : Pergamon Press, 1982. 752 p.
7. Nikol'skii S. M. *Approximation of functions of several variables and imbedding theorems*. Berlin : Springer-Verlag, 1975. 420 p.
8. Bary N.K. *A Treatise on Trigonometric Series*. Volume I. Pergamon Press, New York, 1964.
9. Bary N.K. *A Treatise on Trigonometric Series*. Volume II. Pergamon Press, New York, 1964.
10. Natanson I.P. *Theory of Functions of a Real Variable*. Volume I. Ungar, New York, 1961.
11. Timan A.F. *Approximation Theory for Real-variable Functions*. Pergamon Press, New York, 1963.
12. Edwards R. E. *Fourier series: a modern introduction*. Vol. 1. New York : Springer-Verlag, 1979. 241 p.
13. Edwards R. E. *Fourier series: a modern introduction*. Vol. 2. New York : Springer-Verlag, 1979. 230 p.

14. Дороговцев А.Я. Математичний аналіз. Ч. 1. Київ: Либідь, 1994. 304 с.
15. Дороговцев А.Я. Математичний аналіз. Ч. 2. Київ: Либідь, 1994. 320 с.
16. Завало С.Т., Костарчук В.М., Хацет Б.І. К.: Вища школа, 1980. 128 с.
17. Bushev D.M., Kal'chuk I.V. Analyticity and other properties of functional $I(f, p) = \int_A |f(t)|^p dt$ AND $n(f, p) = \left(\frac{1}{\mu(A)} \int_A |f(t)|^p dt\right)^{\frac{1}{p}}$ as functions of variable p . Methods of Functional Analysis and Topology Vol. 25 (2019), no. 4, pp. 339–359

Затверджено на засіданні кафедри математичного аналізу та статистики
 протокол №8 від 30 січня 2026 р.

Завідувач кафедри



Оксана Федунік-Яремчук

Погоджено

Гарант освітньо-професійної програми



Тетяна Волошина

