



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

**СИЛАБУС**

**вибіркового освітнього компонента № 4**

**ПРИКЛАДНІ ПИТАННЯ ТЕОРІЇ НАБЛИЖЕННЯ**

<b>Рівень вищої освіти</b>	Третій (освітньо-науковий) рівень
<b>Галузь знань</b>	Е Природничі науки, математика та статистика
<b>Спеціальність</b>	Е7 Математика
<b>Освітня програма</b>	Наближення класів періодичних функцій
<b>Форма здобуття освіти</b>	Денна
<b>Розробник (викладач)</b>	Харкевич Юрій Іліодорович, кандидат фіз.-мат. наук, професор
<b>Контактна інформація</b>	Електронна адреса викладача: kharkevich.yuriy@vnu.edu.ua Телефон: 099-763-97-54
<b>Семестр, курс</b>	4 семестр, II курс
<b>Обсяг освітнього компонента</b>	Загальний обсяг: 4 кредити / 120 годин. Аудиторних годин: 24; з них: лекцій – 10 год., практичних – 14 год. Самостійної роботи: 88 годин. Консультацій: 8 год.
<b>Форма контролю</b>	Залік
<b>Мова навчання</b>	Українська
<b>Дні занять</b>	Аудиторні заняття проводяться за розкладом: <a href="http://94.130.69.82/cgi-bin/timetable.cgi">http://94.130.69.82/cgi-bin/timetable.cgi</a> Консультації викладача відповідно затвердженого графіку.
<b>Анотація курсу</b>	Силабус вибіркового освітнього компонента «Прикладні питання теорії наближення» розроблено з урахуванням можливостей формування індивідуальної освітньої траєкторії здобувачів освіти третього (освітньо-наукового) рівня. Дисципліна присвячена вивченню сучасних задач теорії наближення та лінійних методів підсумовування рядів Фур'є, а також їх апроксимативних властивостей і практичних застосувань. У курсі розглядаються теоретичні основи методів апроксимації, інтерполяції, перетворень Фур'є та їх використання в задачах обробки сигналів і зображень, стиснення інформації, цифрової обробки даних, моделювання економічних, природничих і соціальних процесів. Особлива увага приділяється міждисциплінарним застосуванням у математичній фізиці, економіці, ІТ-галузі, теорії сигналів, нейронних мережах та системах керування. Курс орієнтований на формування як глибоких теоретичних знань, так і практичних навичок використання методів теорії наближення для розв'язання актуальних прикладних задач.

<p><b>Мета і завдання освітнього компонента</b></p>	<p>Метою вивчення вибіркового освітнього компонента «Прикладні питання теорії наближення» є формування у здобувачів системного уявлення про сучасні методи теорії наближення, розвиток теоретичних знань і практичних навичок їх застосування для розв’язання наукових і прикладних задач у галузях обробки сигналів і зображень, аналізу даних, моделювання економічних, природничих і соціальних процесів, а також у сфері інформаційних технологій, математичної фізики та економіки. Основними завданнями курсу є: ознайомити здобувачів з основними поняттями, методами та результатами теорії наближення і методами підсумовування рядів Фур’є; сформуванати розуміння апроксимативних властивостей інтегральних операторів і перетворень Фур’є; навчити застосовувати методи інтерполяції та апроксимації для відновлення сигналів і зображень; розвинути навички використання методів теорії наближення в задачах цифрової обробки сигналів, стиснення інформації та передачі даних; сформуванати вміння моделювати економічні, природничі та соціальні процеси з використанням апроксимаційних методів; підготувати здобувачів до науково-дослідницької діяльності в галузі теорії функцій, функціонального аналізу та прикладної математики; розвинути здатність до міждисциплінарного застосування математичних методів.</p>
<p><b>Soft skills</b></p>	<p>Вивчення вибіркового освітнього компонента «Прикладні питання теорії наближення» сприяє набуттю здобувачами вищої освіти таких соціальних навичок (soft skills):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• здатність генерувати нові ідеї (креативність);</li> <li>• критичне мислення та аналітичні здібності;</li> <li>• дослідницькі навички та здатність до наукового пошуку;</li> <li>• вміння розв’язувати комплексні проблеми;</li> <li>• міждисциплінарне мислення;</li> <li>• самоорганізацію та управління часом;</li> <li>• навички академічної комунікації (усної та письмової);</li> <li>• роботу в команді під час виконання проєктних і дослідницьких завдань;</li> <li>• розвиток навичок самостійної дослідницької діяльності та академічної доброчесності.</li> </ul>

### Структура освітнього компонента

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					*Форма контролю / Бали
	Усього	У тому числі				
		Лек.	Практ.	Конс.	Сам. роб.	
<b>Змістовий модуль I. Теоретичні основи та методи теорії наближення</b>						
Тема 1. Основи теорії апроксимації функцій. <i>Поняття наближення функцій. Норми і метрики в просторах функцій. Класичні задачі апроксимації. Оцінки похибок апроксимації.</i>	14	1	2	1	10	УО, РЗ, РМГ/ 5 б.
Тема 2. Інтерполяційні методи в теорії наближення. <i>Поліноміальна інтерполяція. Інтерполяційні поліноми Лагранжа та Ньютона.</i>	21	2	2	1	16	УО, РЗ, РМГ/ 10 б.
Тема 3. Перетворення Фур'є та лінійні методи підсумовування рядів Фур'є. <i>Ряди та інтеграли Фур'є. Лінійні методи підсумовування рядів Фур'є. Апроксимативні властивості методів підсумовування.</i>	20	2	2	2	14	УО, РЗ, РМГ/ 10 б.
<b>Разом за змістовним модулем I</b>	<b>55</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>40</b>	<b>25 б.</b>
<b>Змістовий модуль II. Прикладні аспекти теорії наближення</b>						
Тема 4. Методи теорії наближення в обробці сигналів і зображень. <i>Відновлення сигналів. Фільтрація та згладжування даних. Апроксимація в цифровій обробці сигналів.</i>	17	2	4	1	10	УО, РЗ, РМГ/ 5 б.
Тема 5. Теорія наближення в аналізі даних та інформаційних технологіях. <i>Стиснення інформації. Передача даних. Апроксимаційні методи в нейронних мережах.</i>	23	2	2	1	18	УО, РЗ, РМГ/ 10 б.
Тема 6. Моделювання процесів на основі апроксимаційних методів. <i>Апроксимаційні методи в задачах керування та прогнозування. Міждисциплінарні прикладні моделі.</i>	25	1	2	2	20	УО, РЗ, РМГ/ 10 б.
<b>Разом за змістовним модулем II</b>	<b>65</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>48</b>	<b>25 б.</b>
<b>Контрольна робота</b>						<b>30 б.</b>
<b>ІНДЗ</b>						<b>20 б.</b>
<b>Всього годин/ балів</b>	<b>120</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>88</b>	<b>100 б.</b>

\* 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 – 14 год;
2. Вивчення тем, що виносяться на самостійне опрацювання – 40 год:
  - Збіжність та швидкість збіжності рядів Фур'є.
  - Інтерполяція сплайнами.
  - Апроксимативні властивості інтерполяційних операторів.
  - Методи Фур'є в обробці зображень та аудіосигналів.
  - Використання методів апроксимації в задачах машинного навчання та обробки великих даних.
3. Виконання ІНДЗ – 20 год;
4. Систематизація вивченого матеріалу перед контрольною роботою – 14 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) (50 балів), самостійне виконання індивідуальних завдань (20 балів) та контрольна письмова робота (30 балів).

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/qtBVgtNu>) здобувачу можуть бути зараховані результати навчання, які отримані у формальній, неформальній та/або інформальній освіті.

Залік виставляється за результатами поточної роботи за умови, що здобувач освіти 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 здобувач освіти 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 здобувач освіти 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 25 балів. Разом за роботу на практичних заняттях здобувач може отримати максимально 50 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 здобувач 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 здобувач 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 здобувач 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 здобувач 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 здобувач 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 здобувач не здав ІНДЗ або жодного завдання не виконав правильно.

В кінці курсу заплановано підсумкову контрольну роботу, що оцінюється максимально в 30 балів.

*Критерії оцінювання контрольної роботи:*

30–27 балів ставиться, якщо здобувач правильно розв'язав практичні завдання, вміє пояснити методику розв'язання та зміст застосовуваного понятійного апарату і формул. Вміє аргументувати свої думки.

26–23 балів ставиться, якщо здобувач показує знання методики розв'язання практичних завдань та змісту застосовуваного понятійного апарату і формул. Проте допущені окремі незначні помилки у розв'язанні.

22–18 балів ставиться, якщо здобувач показує знання методики розв'язання практичних завдань та змісту застосовуваного понятійного апарату і формул. Проте допущені помилки у розв'язанні не дають можливості зробити правильні висновки.

17–11 балів ставиться, якщо здобувач частково розв'язав практичні завдання, але не спромігся аргументувати свою відповідь, помилився у використанні понятійного апарату та методики розв'язання задачі.

10–5 балів ставиться, якщо здобувач погано засвоїв основні поняття, не вміє розв'язувати більшість типових задач, допускає суттєві помилки.

4–0 балів ставиться, якщо здобувач неправильно розв'язав практичні завдання, показав незадовільне знання понятійного апарату, або взагалі нічого не відповів.

### **Питання до заліку**

1. Поняття наближення функцій у нормованих просторах. Типи норм та їх роль у теорії апроксимації.
2. Класичні задачі теорії наближення: постановка та приклади.
3. Похибки апроксимації та методи їх оцінювання.
4. Поліноміальна апроксимація: основні ідеї та властивості.
5. Інтерполяційні поліноми Лагранжа та Ньютона: побудова і властивості.

6. Сплайн-апроксимація: основні типи сплайнів та їх переваги.
7. Апроксимативні властивості інтерполяційних операторів.
8. Ряди Фур'є: основні поняття та властивості.
9. Перетворення Фур'є та його роль у теорії наближення.
10. Збіжність рядів Фур'є в різних функціональних просторах.
11. Швидкість збіжності рядів Фур'є та фактори, що на неї впливають.
12. Лінійні методи підсумовування рядів Фур'є: загальна характеристика.
13. Апроксимативні властивості лінійних методів підсумовування.
14. Застосування методів теорії наближення у відновленні сигналів.
15. Методи апроксимації в цифровій обробці сигналів.
16. Використання перетворень Фур'є в обробці зображень.
17. Апроксимація та фільтрація даних у системах цифрової обробки сигналів.
18. Методи теорії наближення у задачах стиснення інформації.
19. Апроксимаційні методи в передачі та кодуванні даних.
20. Застосування методів апроксимації в нейронних мережах.
21. Роль теорії наближення в аналізі даних та машинному навчанні.
22. Теорія наближення в задачах керування та прогнозування.

#### **Шкала оцінювання**

<b>Оцінка в балах за всі види навчальної діяльності</b>	<b>Лінгвістична оцінка</b>
90 – 100	Зараховано
82 – 89	
75 – 81	
67 -74	
60 – 66	
1 – 59	Незараховано (необхідне перескладання)

#### **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/ttbVqYmy>).

#### **Політика викладача щодо здобувача освіти**

Усі учасники освітнього процесу повинні дотримуватись вимог чинного законодавства України, Статуту (<https://vnu.edu.ua/uk/statut-snu-imeni-lesii-ukrayinki>) і Правил внутрішнього розпорядку ВНУ імені Лесі Українки (<https://cutt.ly/CtbVwTyi>), 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 здобувач вищої освіти повинен ознайомитися і слідувати Кодексу академічної доброчесності Волинського національного університету імені Лесі Українки (<https://cutt.ly/iteZgig1>), 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 завдань поточного контролю, завдань підсумкової контрольної роботи (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 здобувачі вищої освіти 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. Індивідуальні завдання, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (бали будуть знижені на 10%).

### **Опитування**

По завершенню курсу здобувачам вищої освіти буде надано анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу.

### **Рекомендована література**

1. Sobchuk V., Kal'chuk I., Kharkevych G., Laptiev O., Kharkevych Y., Makarchuk A. Solving the Problem of Convergence of the Results of Analog Signals Conversion in the Process of Aircraft Control. 2021 IEEE 6th International Conference on Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Development (APUAVD), Kyiv, Ukraine, 2021. P. 29–32.

2. Musienko A., Makarchuk A., Kharkevych Y., Kal'chuk I., Kharkevych G. and Hrysenko M. Signals Recovery by Means of Three-Harmonic Equations Solutions. 2022 IEEE 3rd International Conference on System Analysis & Intelligent Computing (SAIC), Kyiv, Ukraine. 2022. P. 144–147.
3. V. Sobchuk, I. Kal'chuk, G. Kharkevych, O. Laptiev, Y. Kharkevych and A. Makarchuk, "Solving the Problem of Convergence of the Results of Analog Signals Conversion in the Process of Aircraft Control," 2021 IEEE 6th International Conference on Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Development (APUAVD), 2021, pp. 29-32.
4. Кальчук І.В., Харкевич Ю.І. Елементи теорії наближень: навч. посіб. Луцьк: Східноєвроп. нац. ун-т імені Лесі Українки, 2017. 166 с.
5. Кальчук І., Лаптева Т., Лукова-Чуйко Н., Харкевич Ю. Метод побудови захищених каналів передачі даних з використанням модифікованої нейронної мережі. *Information Technology and Security*. 2021. Vol. 9, № 2 (17). P. 232–243.
6. Makarchuk A., Kal'chuk I., Kharkevych Y., Kharkevych G. Application of trigonometric interpolation polynomials to signal processing. 2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), Kyiv, Ukraine. 2022. P. 156-159.
7. Stepanets A.I. Methods of Approximations Theory. VSP: Leiden, Boston, 2005. 919 p.
8. Korneichuk N. P., Ligun A. A., Babenko V. F. Extremal Properties of Polynomials and Splines. NOVA Science Publishers, Incorporated, 1996. 439 p.

## Погоджено

Гарант освітньо-наукової програми

Гембарська С.Б.

**Затверджено на засіданні кафедри теорії функцій та методики навчання математики**  
протокол № 9 від 28 січня 2026 р.

Завідувач кафедри



Гембарська С.Б.