



Волинський національний університет імені Лесі Українки
Кафедра математичного аналізу та статистики
СИЛАБУС
вибіркового освітнього компонента №1
КРАТНІ РЯДИ

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	11 Математика та статистика
Спеціальність	111 Математика
Освітня програма	Математика
Форма навчання	Денна
Розробник (викладач)	Федуник-Яремчук Оксана Володимирівна, кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри математичного аналізу та статистики
Контактна інформація	Електронна адреса викладача: Fedunyk-Yaremchuk.Oksana@vnu.edu.ua Телефон: 050 140 54 98
Семестр, курс	1 семестр, I курс
Обсяг освітнього компонента	Загальний обсяг: 4 кредити / 120 годин. Аудиторних годин: 24; з них: лекцій – 10 год., практичних – 14 год. Консультацій: 8 год. Самостійної роботи: 88 год.
Форма контролю	Залік
Час занять	Тижневих годин: 1,5 год. Аудиторні заняття проводяться за розкладом: http://94.130.69.82/cgi-bin/timetable.cgi Консультації викладача відповідно затвердженого графіку.
Анотація курсу	Кратні ряди досить широко використовуються в математиці, особливо при розв'язуванні рівнянь математичної фізики та механіки, дослідженні різноманітних технічних проблем, пов'язаних з наближеним інтегруванням диференціальних рівнянь. Дисципліна «Кратні ряди» належить до переліку вибіркових освітніх компонент, забезпечує професійний розвиток магістра математики та спрямована на ознайомлення майбутнього фахівця з основними поняттями, теоретичними положеннями і методами теорії кратних рядів, формування умінь застосувати їх до розв'язання прикладних задач. У курсі «Кратні ряди» вивчаються поняття подвійного та повторного числового ряду, його суми та умов збіжності; властивості збіжних подвійних рядів, поняття абсолютної та умовної збіжності; поняття n -кратного числового ряду; функціональні кратні ряди, зокрема степеневі та кратні ряди Фур'є.
Предреквізити	Для успішного проходження курсу здобувачу необхідні знання, одержані при вивченні фундаментальних математичних дисциплін першого (бакалаврського) рівня вищої освіти: основи теорії числових та функціональних рядів, що вивчаються в «Математичному аналізі I»; елементи теорії рядів Фур'є, що вивчаються в «Математичному аналізі II» та «Функціональному аналізі»; елементарна математика в обсязі програми загально-освітньої школи.
Постреквізити	Результати навчання, здобуті при вивченні «Кратних рядів», можна використати при поглибленому вивченні освітнього компонента «Додаткові розділи функціонального аналізу», вибіркових

	<p>дисциплін «Науковий семінар з математичного аналізу», «Науковий семінар з теорії функцій та функціонального аналізу» (магістерський рівень).</p> <p>Набуті знання і вміння можна використати в подальших більш глибоких теоретичних дослідженнях з математики; написанні наукових робіт з теорії функцій, при дослідженні питань підсумовування кратних рядів Фур'є, при вивченні критеріїв збіжності кратних рядів Фур'є,</p> <p>Крім того спеціальні (фахові) компетентності, сформовані при вивченні вибіркового курсу «Кратні ряди», застосовуються при проведенні наближених обчислень, представленні функції у вигляді кратного степеневого ряду або розкладу функції в кратний ряд Фур'є.</p>
<p>Мета і завдання освітнього компонента</p>	<p>Метою вивчення освітнього компонента є оволодіння теоретичними основами, понятійним апаратом та методами теорії кратних рядів; набуття знань, умінь для подальшого успішного вивчення інших математичних дисциплін та навичок застосування отриманих знань на практиці; формування таких загальних та спеціальних компетентностей:</p> <ul style="list-style-type: none"> • здатність учитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузях, відмінних від математики (ЗК-1); • здатність вирішувати проблеми у професійній діяльності на основі абстрактного мислення, аналізу, синтезу та прогнозу (ЗК-3); • здатність до пошуку, оброблення й аналізу інформації з різних джерел, необхідної для розв'язування наукових і професійних завдань (ЗК-4); • здатність генерувати нові ідеї (ЗК-5); • знання на рівні новітніх досягнень, необхідні для дослідницької та/або інноваційної діяльності у сфері математики та її практичних застосувань (СК-1); • спроможність розуміти проблеми та виділяти їхні суттєві риси (СК-4).
<p>Результати навчання</p>	<p>Вивчення курсу «Кратні ряди» сприяє тому, що здобувачі будуть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • знати та розуміти фундаментальні і прикладні аспекти наук у сфері математики (ПРН-3-1); • відтворювати знання фундаментальних розділів математики в обсязі, необхідному для володіння математичним апаратом відповідної галузі знань і використання математичних методів у обраній професії (ПРН-3-2); • володіти основами математичних дисциплін і теорій, зокрема які вивчають моделі природничих і соціальних процесів (ПРН-3-3); • уміти використовувати фундаментальні математичні закономірності у професійній діяльності (ПРН-У-1); • читати і розуміти фундаментальні розділи математичної літератури та демонструвати майстерність їх відтворення в аргументованій усній та/або письмовій доповіді (ПРН-У-2); • бути наполегливим у досягненні мети під час вирішення математичної проблеми (ПРН-У-8); • застосовувати методи теорії функцій та функціонального аналізу при розв'язуванні практичних задач (ПРН-У-13).

Структура освітнього компонента

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					Форма контролю* / бали
	Усього	у тому числі				
		Лекції	Практичні заняття	Консультації	Самостійна робота	
Змістовий модуль I. Кратні числові та функціональні ряди						
Тема 1. Повторні та подвійні числові ряди. Збіжність подвійних рядів. Поняття n-кратного числового ряду.	12	1	2	1	8	УО, РЗ/ 3 б.
Тема 2. Критерій збіжності подвійних рядів. Теорема Маркова.	11	1	1	1	8	УО, РЗ/ 3 б.
Тема 3. Властивості подвійних рядів і ознаки збіжності. Абсолютна збіжність подвійних рядів.	10	1	1	-	8	УО, РЗ/ 3 б.
Тема 4. Подвійні функціональні ряди. Степеневий ряд з двома змінними, область збіжності.	12	1	2	1	8	УО, РЗ/ 3 б.
Тема 5. Розклад функцій двох змінних в подвійні ряди Тейлора і Маклорена.	12	1	2	1	8	УО, РЗ/ 3 б.
Разом за змістовим модулем I	57	5	8	4	40	15
Змістовий модуль II. Кратні ряди Фур'є						
Тема 6. Ортогональні та ортонормовані системи функцій. Поняття подвійного та n-кратного ряду Фур'є.	13	1	1	1	10	УО, РЗ/ 3 б.
Тема 7. Інтегральна формула для частинних сум подвійного тригонометричного ряду Фур'є. Ядро Діріхле.	14	1	2	1	10	УО, РЗ/ 3 б.
Тема 8. Властивості подвійних рядів Фур'є по тригонометричній системі. Ознаки збіжності.	14	1	2	1	10	УО, РЗ/ 3 б.
Тема 9. Подвійні ряди Фур'є у випадку функцій з різними періодами по змінних.	8	1	1	-	6	УО, РЗ/ 3 б.
Тема 10. Методи підсумовування подвійних рядів Фур'є.	14	1	-	1	12	УО, РЗ/ 3 б.
Разом за змістовим модулем II	63	5	6	4	48	15
Контрольна робота						30
Співбесіда						30
ІНДЗ						10
Всього годин /балів	120	10	14	8	88	100

Методи контролю*: УО – усне опитування, РЗ – розв'язування задач, ІНДЗ – індивідуальне завдання/індивідуальна робота здобувача освіти.

Завдання для самостійного опрацювання

Самостійна робота здобувачів освіти включає:

- Опрацювання матеріалу – 40 год. Перевірка здійснюється під час опитування та розв'язання задач.
- Вивчення тем, що не розглядаються на заняттях – 30 год. Перевірка здійснюється під час контрольного заходу і оцінюється відповідною кількістю балів.
- Виконання ІНДЗ – 10 год. Перевірка здійснюється під час захисту ІНДЗ.

- Підготовка до контрольної роботи – 8 год. Перевірка здійснюється під час контрольного заходу.

Питання для самостійного опрацювання

1. Види збіжності кратних рядів Фур'є.
2. Ядро Пуассона та його властивості.
3. Ядро Діріхле та його властивості.
4. Підсумовування подвійних рядів Фур'є методом Абеля.
5. Підсумовування подвійних рядів Фур'є методом Рімана.
6. Ознака Харді збіжності подвійних рядів Фур'є.
7. Ознаки Гергена та Лебега збіжності подвійних рядів Фур'є.

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/7wc5nMnd>.

Оцінювання знань здійснюється за 100-баловою 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) (30 балів), самостійне виконання індивідуальних завдань (10 балів), контрольна письмова робота (30 балів) та співбесіда (30 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 «Положення про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки» від 11 вересня 2020 року (https://vnu.edu.ua/sites/default/files/2021-02/Polozhennia_%20vyznannia_rezultativ_navchannia_formalnoi.pdf) студенту можуть бути зараховані результати навчання, які отримані у формальній, неформальній та/або інформальній освіті.

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 3 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.

Шкала оцінювання знань здобувачів освіти з формою контролю – залік

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка
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 «Положення про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у ВНУ імені Лесі Українки» (<https://tinyurl.com/4exy339t>).

Політика викладача щодо здобувача освіти

Усі учасники освітнього процесу повинні дотримуватись вимог чинного законодавства України, Статуту (<https://vnu.edu.ua/uk/statut-snu-imeni-lesi-ukrayinki>) і Правил внутрішнього розпорядку ВНУ імені Лесі Українки (<https://tinyurl.com/ymvfkvyv>), 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 відбутися в онлайн формі за погодженням із викладачем.

Політика щодо академічної доброчесності

Кожен студент повинен ознайомитися і слідувати Кодексу академічної доброчесності Волинського національного університету імені Лесі Українки (<https://tinyurl.com/5n7bx466>), 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 навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (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 студенти 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 перекладання

Якщо здобувач вищої освіти був відсутній на заняттях з будь-якої причини, він/вона вивчають теоретичний матеріал самостійно, використовуючи навчальні посібники, конспекти лекцій, виконують індивідуальні завдання. Прозвітуватися про виконання завдань можна під час консультацій, одночасно при цьому з'ясувати незрозумілі моменти, задати запитання викладачу. Перекладання контрольної роботи не допускається.

Рекомендована література

1. Федунік-Яремчук О.В. Числові та функціональні ряди: методичні вказівки. Луцьк, 2020. 89 с.
2. Федунік-Яремчук О.В. Ряди та перетворення Фур'є: методичні вказівки. Луцьк, 2021. 46 с.
3. Dũng D., Temlyakov V., Ullrich T. Hyperbolic Cross Approximation. Adv. Courses Math. Birkhauser, CRM Barcelona, 2018. 218 p.
4. Jackson D. Fourier Series and Orthogonal Polynomials. The Mathematical Association of America, Oberlin, Ohio, 1941. P.340-368.
5. Zygmund A. Trigonometric series (2nd ed.) Cambridge University Press, 1959. 616 p.
6. Bari N.K. A Treatise on Trigonometric Series. Pergamon Press. Vol. 1, 1964. 553 p.
7. Tolstov G. P. Fourier Series. NY : Dover Publications, 2012. 470p.
8. Федунік-Яремчук О.В., Соліч К.В. Оцінки апроксимативних характеристик класів $B_{p,\theta}^\Omega$ періодичних функцій багатьох змінних із заданою мажорантою мішаних модулів неперервності в просторі L_∞ . *Укр. мат. вісник*. 2017. Т 14, №3. С. 345–360.

9. Гембарська С.Б., Романюк І.А., Федунік-Яремчук О.В. Характеристики лінійної та нелінійної апроксимації класів періодичних функцій багатьох змінних типу Нікольського-Бессова. *Укр. мат. вісник*. 2023. Т.20, № 2. С. 161–185.

Затверджено на засіданні кафедри математичного аналізу та статистики
протокол №2 від 5 вересня 2023 р.

Завідувач кафедри



Оксана Федунік-Яремчук

Погоджено

Гарант освітньо-професійної програми





Інна Кальчук