

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ МАТЕМАТИКИ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан математичного факультету

С. І. Гоменюк

2019 р.

ФУНКЦІЇ СКІНЧЕНОЇ ВАРІАЦІЇ ТА ІНТЕГРАЛ РІМАНА-СТІЛТЬЄСА

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

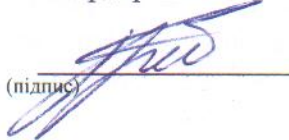
підготовки бакалавра
спеціальності 111 – Математика,
освітньо-професійна програма «Математика»

Укладач Д'яченко Н.М., к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри фундаментальної математики.

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри
фундаментальної математики

Протокол № 1 від 21 серпня 2019 р.

Завідувач кафедри

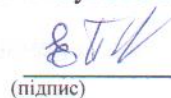

(підпис)

С.М. Гребенюк
(ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою
математичного факультету

Протокол № 1 від 02 вересня 2019 р.

Голова науково-методичної ради факультету


(підпис)

О.С. Пшенична
(ініціали, прізвище)

2019 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань 11 – «Математика і статистика»	За вибором студента	
		Цикл дисциплін професійної підготовки	
Розділів – 2	Спеціальність: 111 – «Математика»	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 150		2-й	3-й
		Лекції	
		32 год.	6
		Практичні заняття	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 самостійної роботи студента – 4,38	Освітньо-професійна програма «Математика»	48 год.	10
		Самостійна робота	
	70 год.	134	
	Рівень вищої освіти: бакалаврський	Вид підсумкового контролю: залік	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Функції скінченної варіації та інтеграл Рімана-Стільтєса» є систематизація і поглиблення студентами знань з основних і спеціальних розділів математичного аналізу та набуття умінь їх практичного застосування.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Функції скінченної варіації та інтеграл Рімана-Стільтєса» є

- засвоїти основні означення, теореми про монотонні функції, функції зі скінченною варіацією та інтеграла Рімана-Стільтєса;
- засвоїти теореми про зв'язок між монотонними функціями і функціями з обмеженою варіацією, між інтегралом Рімана і Рімана - Стільтєса;
- засвоїти умови існування інтеграла Рімана - Стільтєса;
- виробити навички використання здобутих знань для розв'язування задач з виявлення функцій зі скінченним змінним, обчислення міри множини на прямій та обчислення інтеграла Рімана - Стільтєса;
- набути вміння наводити приклади до означень та теорем спеціального розділу математичного аналізу.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студент повинен досягти таких результатів навчання:

знати:

- історичний розвиток математичних знань та парадигм, сучасні тенденції в математиці;
- аксіоми різних математичних структур, основи математичної логіки (правила виведення *modus ponens* та *modus tollens*);
- основні математичні методи аналізу, прогнозування та оцінки параметрів моделей, базові математичні способи інтерпретації числових даних;
- основні означення та твердження математичного та функціонального аналізу, алгебри, які

використовуються в вивченому курсі;

- основні означення та властивості функцій зі скінченим змінним, міри множини на прямій та інтеграла Рімана - Стілтєса;
- зв'язок між монотонними функціями і функціями зі скінченим змінним, інтегралом Рімана і інтегралом Рімана - Стілтєса;
- умови існування інтеграла Рімана - Стілтєса;

вміти:

- відтворити необхідні базові знання з математичного аналізу, вільно володіти математичним апаратом даної дисципліни і застосовувати математичні методи для розв'язання відповідних задач;
- використовувати здобуті знання для розв'язування задач стосовно виявлення функцій зі скінченим змінним, обчислення повної варіації функції обмеженої варіації, обчислення інтеграла Рімана - Стілтєса, застосовуючи основні властивості зазначених об'єктів та твердження щодо них;
- наводити приклади до означень та теорем, які демонструють застосування того чи іншого факту або поняття до розв'язання конкретних задач, перевіряти умови виконання математичних тверджень, узагальнювати отримані результати;
- застосовувати методи математичного та функціонального аналізу.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

інтегральна компетентність:

- здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у професійній діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів математики, статистики й комп'ютерних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов;

загальні компетентності:

- здатність до навчання, в тому числі, і самостійного; здатність до саморозвитку та самовдосконалення; розуміння предмету навчання та змісту професійної діяльності;
- здатність застосовувати професійні знання та вміння в професійній діяльності, проявляти творчий підхід, ініціативу;
- здатність використовувати математичні методи, інформаційні і комунікаційні технології;
- здатність застосовувати прийоми логічного мислення: аналіз, синтез, індукцію, дедукцію, узагальнення та конкретизацію та ін;
- здатність бути критичним і самокритичним, оцінювати та вдосконалювати власний і чужий досвід;
- здатність до пошуку, оброблення й аналізу інформації з різних джерел, необхідної для розв'язування наукових і професійних завдань;
- здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;
- здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань); здатність відповідально приймати рішення з урахуванням соціальних і етичних цінностей та правових норм; здатність усвідомлювати й враховувати соціокультурні розбіжності в професійній діяльності, проявляти толерантність до різних культур;
- здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;

спеціальні компетентності:

- здатність розв'язувати проблеми різної складності та формулювати нові проблеми математичною мовою;
- здатність вести дискусії з фахівцями з галузі математика та статистика;
- здатність конструювати доведення та обґрунтування отриманих результатів у відповідності до обраного методу дослідження;
- здатність формулювати гіпотези та доводити або спростовувати їх;
- здатність викладення результатів дослідження у логічній послідовності, у тому числі відрізняти основні ідеї від деталей та технічних викладок;
- здатність проводити обчислення в рамках основних математичних моделей та застосовувати необхідні математичні методи;
- розуміння ролі та впливу математики на розвиток наукового та технологічного мислення;
- здатність пояснювати в математичних термінах результати, отримані під час розрахунків;
- готовність розв'язувати нові проблеми у нових галузях знань.

Міждисциплінарні зв'язки. Даний курс є спеціальним розділом математичного аналізу. Теоретичні знання і практичні навички, набуті при вивченні курсу, застосовуються при вивченні функціонального аналізу і теорії міри та інтеграла. Матеріали, що надаються при вивченні курсу, використовуються при виконанні курсових робіт та під час державної підсумкової атестації.

3. Програма навчальної дисципліни

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Розділ 1. Монотонні функції. Функції обмеженої варіації

Тема 1. Монотонні функції

Означення монотонної функції, стрибка, функції стрибків. Теорема про потужність множини точок розриву монотонної функції. Властивості функції, що є різницею монотонної функції та функції її стрибків. Подання монотонної функції сумою функції її стрибків і неперервної функції.

Образ, прообраз множини при відображенні та їх властивості. Особливості властивостей образу при відображенні монотонною функцією.

Тема 2. Диференціювання монотонної функції

Означення і приклади нульмірних множин на прямій. Канторова множина, її міра і потужність.

Похідні числа. Теореми про існування похідних чисел. Невід'ємність похідних чисел зростаючої функції. Нульмірність множини точок задання монотонної функції, в яких похідні числа нескінченні. Теорема про сумовність похідної монотонної функції.

Теорема про існування монотонної функції з нескінченною похідною в заданій нульмірній множині і скінченою у всіх інших точках. Приклад монотонної неперервної функції, що має нульову похідну в майже у всіх точках, варіація якої дорівнює 1.

Тема 3. Функції обмеженої варіації

Теорема про обмеженість варіації монотонної функції. Теорема про обмеженість варіації функції, що задовольняє умову Лібшица і наслідок з неї. Необхідна умова обмеженості варіації функції. Арифметичні операції над функціями обмеженої варіації. Арифметичні операції над функціями обмеженої варіації. Арифметичні операції над функціями обмеженої варіації. Адитивність повної варіації.

Теорема про подання функції обмеженої варіації різницею двох зростаючих функцій. Теорема про потужність множини точок розриву функції скінченної варіації. Теорема про подання функції обмеженої варіації сумою функції її стрибків і неперервної функції.

Неперервні функції обмеженої варіації. Теорема про розклад неперервної функції обмеженої варіації на різницю двох неперервних монотонних функцій та наслідки з неї.

Розділ 2. Інтеграл Рімана-Стільтєса

Тема 4. Інтеграл Рімана-Стільтєса

Означення інтеграла Рімана-Стільтєса. Властивості інтеграла Стільтєса. Формула інтегрування частинами.

Теорема про існування інтеграла Рімана – Стільтєса.

Обчислення інтеграла Рімана – Стільтєса. Теорема про зв'язок інтеграла Стільтєса та інтеграла Рімана. Обчислення інтеграла Стільтєса від неперервної функції по кусково-сталій функції. Обчислення інтеграла Стільтєса від неперервної функції по функції, що має обмежену варіацію і має інтегровну за Ріманом похідну у всіх точках, окрім скінченної кількості.

Тема 5. Застосування інтеграла Рімана-Стільтєса

Застосування інтеграла Рімана-Стільтєса у функціональному аналізі. Деякі відомості із функціонального аналізу: поняття нормованого простору, лінійного неперервного функціоналу в нормованому просторі та його норми, простір неперервних на відрізку функцій. Теорема про застосування інтеграла Рімана-Стільтєса у функціональному аналізі.

Деякі застосування інтеграла Рімана-Стільтєса у фізиці.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви тематичних розділів і тем	Кількість годин								
	денна форма					заочна форма			
	усього	у тому числі				усього	у тому числі		
		л	практ	с.р.			л	практ	с.р..
				інд. завд.					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розділ 1. Функції обмеженої варіації									
Тема 1. Монотонні функції	19	4	6	7	7	23	1	2	20
Тема 2. Диференціювання монотонної функції	31	4	6	7	7	10	0	0	10
Тема 3. Функції обмеженої варіації	6	8	12	7	7	35	2	3	30
Разом за розділом 1	56	16	24	21	21	68	3	5	60
Розділ 2. Інтеграл Рімана-Стільтєса.									
Тема 4. Інтеграл Рімана-Стільтєса	39	8	12	7	7	35	2	3	30
Тема 5. Застосування інтеграла Рімана-Стільтєса	8	8	12	7	7	47	1	2	44
Разом за розділом 2	74	16	24	14	14	82	3	5	74
Усього годин	150	20	10	35	35	159	6	10	

5. Теми лекційних занять

№ теми	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	Множина точок розриву монотонної функції	2	0,5
2	Функція стрибків монотонної функції	1	0,5
3	Відображення множин	1	0
4	Множини на прямій лебегової міри нуль	2	0
5	Диференціювання монотонної функції	2	0
6	Функції обмеженої варіації: означення, властивості	2	1
7	Подання функції обмеженої варіації різницею зростаючих функцій	2	0,5
8	Подання функції обмеженої варіації сумою функції її стрибків і неперервною функцією	2	0,5
9	Неперервні функції обмеженої варіації	2	0
10	Означення, приклади та основні властивості інтеграла Рімана-Стільтєса.	2	0,5
11	Теореми про існування інтеграла Рімана-Стільтєса.	2	0,5
12	Теореми про зв'язок інтеграла Рімана-Стільтєса та інтеграла Рімана.	1	0,5
13	Теореми про обчислення інтеграла Стільтєса	3	0,5
14	Деякі відомості із функціонального аналізу	2	0,5
15	Застосування інтеграла Рімана-Стільтєса у функціональному аналізі	4	0,5
16	Застосування інтеграла Рімана-Стільтєса у фізиці	2	0
	Всього	32	6

6. Теми практичних занять

№ теми	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	Множина точок розриву монотонної функції	2	1
2	Функція стрибків монотонної функції	2	1
3	Відображення множин	2	0
4	Множини на прямій лебегової міри нуль	2	0
5	Диференціювання монотонної функції	4	0
6	Дослідження функцій на обмеженість варіації	2	1
7	Обчислення повних варіацій функцій обмеженої варіації	4	1
8	Подання функції обмеженої варіації різницею зростаючих функцій	2	0,5
9	Подання функції обмеженої варіації сумою функції її стрибків і неперервною функцією	2	0,5
10	Неперервні функції обмеженої варіації	2	0
11	Теореми про існування інтеграла Рімана-Стільтєса. Теореми про зв'язок інтеграла Рімана-Стільтєса та інтеграла Рімана.	4	1
12	Формула інтегрування частинами під знаком інтеграла Рімана-Стільтєса	4	1
13	Теореми про обчислення інтеграла Стільтєса	4	1
14	Елементи функціонального аналізу	4	0
15	Застосування інтеграла Рімана-Стільтєса у функціональному аналізі	4	2
16	Застосування інтеграла Рімана-Стільтєса у фізиці	4	
	Разом	48	10

7. Самостійна робота

№ теми	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	Точки розриву монотонної функції	3	5
2	Функція стрибків монотонної функції	2	5
3	Знаходження образів та прообразів множин при дії монотонних відображень.	2	3
4	Аналоги канторової множини та їх міра.	2	3
5	Потужність канторової множини.	2	4
6	Теорема про сумовність похідної монотонної функції. Теорема про існування монотонної функції з нескінченною похідною в заданій нульмірній множині і скінченною у всіх інших точках.	3	10
7	Обчислення повних варіацій функцій обмеженої варіації.	4	25
8	Неперервні функції обмеженої варіації	3	5
9	Обчислення інтеграла Стілтєса	7	30
10	Застосування інтеграла Рімана-Стілтєса в функціональному аналізі	4	22
11	Застосування інтеграла Рімана-Стілтєса в фізиці	3	22
	Разом	35	134

Індивідуальні завдання

Завдання до розділу 1

1. Побудувати монотонну функцію, що має задану кількість точок розриву на відрізку.
2. Дослідити функцію на обмеженість варіації (4 завдання).
3. Знайти варіацію функцій (2 завдання).
4. Подати функції у вигляді суми функції її стрибків і неперервної функції.
5. Подати функцію у вигляді різниці двох зростаючих функцій.

Завдання до розділу 2

1. Обчислити інтеграли Стілтєса. Обчислити варіацію кожної функції на відрізку (12 завдань).
2. Подати лінійний неперервний функціонал в просторі неперервних на відрізку функцій інтегралом Стілтєса і обчислити його норму

8. Види контролю і система накопичення балів

	№ з/п	Вид контрольного заходу	Кількість контрольних заходів	Кількість балів	Усього балів
Розділ 1	1	Теоретичне опитування за темами 1 -3	2	5	10
	2	Контрольна робота за розділом 1	1	20	20
Розділ 2	3	Теоретичне опитування за темами 4, 5	2	5	10
	4	Контрольна робота за розділом 2	1	20	20
Підсумковий контроль – залік	5	Індивідуальне завдання за розділами 1, 2	2	10	20
	6	Залікова робота	1	10	10
	7	Тестування	1	10	10
		Усього	10		100

Критерії оцінювання кожного з проведених видів контролю

1) Кожне теоретичне опитування проводиться у письмовій формі і складається із 5 теоретичних запитань, кожне з яких оцінюється в 1 бал.

2) Кожна контрольна робота складається із 5 завдань, кожне з яких оцінюється в 4 бали.

3) Індивідуальне завдання до розділу 1 складається із 9 завдань, до розділу 2 – із 13 завдань. Під час захисту індивідуального завдання треба бути готовим пояснити або окремі етапи розв'язання обраних викладачем завдань, або повністю завдання. Максимальна кількість балів за кожне індивідуальне завдання дорівнює 10 б.: перші вісім завдань за розділом 1 оцінюються по 1 б. за кожне, завдання №9 – 2 б.; завдання за розділом 2 оцінюються по 0,77 б. за кожне.

4) Залікова робота передбачає відповіді на 2 теоретичні питання і розв'язання 3 задач. Разом усі завдання охоплюють увесь матеріал дисципліни. Кожне завдання (як теоретичне, так і практичне) оцінюється в 2 бали.

5) Тестування проводиться в системі Moodle, складається з 10 завдань, кожне з яких оцінюється в 1 бал.

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль знань		Залік		Сума
Поточна атестація 1	Поточна атестація 2	Індивідуальне завдання		
Розділ 1	Розділ 2	20		100
30	30			

Шкала оцінювання: 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)		
FХ	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		

10. Рекомендована література

Основна

1. Богачев В. И. Действительный и функциональный анализ : университетский курс. Москва; Ижевск : НИЦ "Регуляр-ная и хао-тическая динамика", 2009. 724 с. URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Dyachenko/0036807.djvu>
2. Гливенко В. И. Интеграл Стильтьеса. Ленинград : ОНТИ, 1936. 216 с. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/mathbooks/2008-1/matematicheskiy_analiz/BOOKS/glivenko_v_i_integralstil'tesa_1936.djvu
3. Диференціальне та інтегральне числення функції однієї змінної: частина 2: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / С. М. Гребенюк, Н. М. Д'яченко, М. І. Клименко, І. В. Красікова, О. О. Тітова, В. В. Леонтєва. Запоріжжя : Видавництво ЗНУ, 2013. 499 с. (Рекомендовано МОН: лист №1/11-10197 від 17.06.2013). URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/metodychky/2013/12/0030893.pdf>
4. Д'яченко Н. М., Ткаченко І. Г. Функції скінченної варіації та інтеграл Рімана-Стільтьеса: навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.040201-«математика». Запоріжжя : Видавництво ЗНУ, 2011. 81 с. URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Dyachenko/0030953.pdf>

5. Ильин В. А., Садовничий В. А., Сендов Бл. Х. Математический анализ. Москва : Наука, 1979. 720 с.; Москва : Проспект, МГУ, 2007. 672 с.
URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/mathbooks/2008-1/matematicheskiy_analiz/BOOKS/ilin2.djvu
6. Колмогоров А. Н., Фомин С. В. Элементы теории функций и функционального анализа. Москва : Наука, 1989. 624 с.; Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004. 572 с.
URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Dyachenko/0036828.djvu>
7. Натансон И. П.¹ Теория функций вещественной переменной. Москва : Наука, 1974. 480 с.
8. Очан Ю. С. Сборник задач по математическому анализу. Общая теория множеств и функций / под ред. М. Ф. Бокштейна. Москва : Просвещение, 1981. 271 с. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/mathbooks/2008-1/teoriya_funkcij/BOOKS/teoriya_funkcij/ochan_ju_s_sbornik_zadach_i_teorem_po_teorii_funkcij_dejstvitel_nogo_peremennogo_1983_ru_1_t.djv
9. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: в 3 т. Т. 2. Москва : Наука, 1966. 800с.; Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2003. 864 с. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/phiziki/matematika/dif_i_integral_uravnenia/21fiht2.djvu
10. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: в 3 т. Т. 3. Москва : Наука, 1966. 656с.; Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2003. 727 с. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/mathbooks/2008-1/matematicheskiy_analiz/BOOKS/fihtengol_c_g_m_kurs_differencial_nogo_i_integral_nogo_ischisleniz_tom_3_2003.djvu
11. Шкіль М. І. Математичний аналіз : у 2 ч.: підручн. для студ. математ. спец. вузів затвердж. МОНУ. Київ : Вища школа, 2005. Ч. 1. 447 с.
12. Шкіль М. І. Математичний аналіз : у 2 ч.: підручн. для студ. математ. спец. вузів затвердж. МОНУ. Київ : Вища школа, 2005. Ч. 2. 510 с.
13. Шунда Н. М. Практикум з математичного аналізу: Інтегральне числення. Ряди : навч. посібник для студ. пед. навч. закладів. Київ : Вища шк., 1995. 541 с.

Додаткова

1. Чертянин В. А. О представлении интеграла Стильтьеса интегралом Римана, зависящим от параметра. *Матем. заметки*. 2005. Т. 78. Вып. 6. С. 919-933.
URL: <http://www.mathnet.ru/links/b732bc919b683f812b36f72678ff25a7/mzm2651.pdf>
2. Мацаев В. И., Соломяк М. З. Об условиях существования интеграла Стильтьеса. *Матем. сб.* **88(130)**: 4(8). 1972. С. 522-535.
URL: <http://www.mathnet.ru/links/b3e88592f97e8269b4174eb00eec483e/sm3194.pdf>

Інформаційні ресурси

1. Система електронного забезпечення навчання ЗНУ [Внутрішній ресурс].
URL: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=1793>
1. Криволинейные интегралы. Интеграл Стильтьеса. Раздел из книги [9]. URL: <http://alexandr4784.narod.ru/F3/15.pdf>
2. Веб-портал кафедры фундаментальной математики Запорожского национального университета. Учебная литература. URL: https://kfm-znu.at.ua/index/uchebnaja_literatura/0-49
3. Веб-портал технической литературы. URL: <http://techlibrary.ru/>
4. Веб-портал: EqWorld. Мир математических уравнений. Математический анализ, функциональный анализ. URL: <http://eqworld.ipmnet.ru/library/mathematics/calculus.htm>
5. Веб-портал NEWLIBRARY.RU (Новая электронная библиотека): Библиотека / Наука / Математика / Математический анализ. URL: http://www.newlibrary.ru/genre/nauka/matematika/matematicheskij_analiz/
6. Веб-портал TWIRPX:Файлы / Математика / Высшая математика / Математический анализ. URL: <http://www.twirpx.com/files/mathematics/algebra/analysis/>

Погоджено _____
навчальний відділ
« _____ » _____

5. Ильин В. А., Садовничий В. А., Сендов Бл. Х. Математический анализ. Москва : Наука, 1979. 720 с.; Москва : Проспект, МГУ, 2007. 672 с.
URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/mathbooks/2008-1/matematicheskiy_analiz/BOOKS/ilin2.djvu
6. Колмогоров А. Н., Фомин С. В. Элементы теории функций и функционального анализа. Москва : Наука, 1989. 624 с.; Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004. 572 с.
URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Dyachenko/0036828.djvu>
7. Натансон И. П.¹ Теория функций вещественной переменной. Москва : Наука, 1974. 480 с.
8. Очан Ю. С. Сборник задач по математическому анализу. Общая теория множеств и функций / под ред. М. Ф. Бокштейна. Москва : Просвящение, 1981. 271 с. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/mathbooks/2008-1/teoriya_funkcij/BOOKS/teoriya_funkcij/ochan_ju_s - sbornik_zadach_i_telem_po_teorii_funkcij_dejstvitel_nogo_peremennogo_1983_ru_1.t.djv
9. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: в 3 т. Т. 2. Москва : Наука, 1966. 800с.; Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2003. 864 с. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/phiziki/matematika/dif_i_integral_uravnenia/21fiht2.djvu
10. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: в 3 т. Т. 3. Москва : Наука, 1966. 656с.; Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2003. 727 с. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/mathbooks/2008-1/matematicheskiy_analiz/BOOKS/fihtengol_c_g_m_kurs_differencial_nogo_i_integral_nogo_ischisleniz_tom_3_2003.djvu
11. Шкіль М. І. Математичний аналіз : у 2 ч.: підручн. для студ. математ. спец. вузів затвердж. МОНУ. Київ : Вища школа, 2005. Ч. 1. 447 с.
12. Шкіль М. І. Математичний аналіз : у 2 ч.: підручн. для студ. математ. спец. вузів затвердж. МОНУ. Київ : Вища школа, 2005. Ч. 2. 510 с.
13. Шунда Н. М. Практикум з математичного аналізу: Інтегральне числення. Ряди : навч. посібник для студ. пед. навч. закладів. Київ : Вища шк., 1995. 541 с.

Додаткова

1. Чертянин В. А. О представлении интеграла Стильеса интегралом Римана, зависящим от параметра. *Матем. заметки*. 2005. Т. 78. Вып. 6. С. 919-933.
URL: <http://www.mathnet.ru/links/b732bc919b683f812b36f72678ff25a7/mzm2651.pdf>
2. Мацаев В. И., Соломяк М. З. Об условиях существования интеграла Стильеса. *Матем. сб.* **88(130)**: 4(8). 1972. С. 522-535.
URL: <http://www.mathnet.ru/links/b3e88592f97e8269b4174eb00eec483e/sm3194.pdf>

Інформаційні ресурси

1. Система електронного забезпечення навчання ЗНУ [Внутрішній ресурс].
URL: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=1793>
1. Криволинейные интегралы. Интеграл Стильеса. Раздел из книги [9]. URL: <http://alexandr4784.narod.ru/F3/15.pdf>
2. Веб-портал кафедры фундаментальной математики Запорожского национального университета. Учебная литература. URL: https://kfm-znu.at.ua/index/uchebnaja_literatura/0-49
3. Веб-портал технической литературы. URL: <http://techlibrary.ru/>
4. Веб-портал: EqWorld. Мир математических уравнений. Математический анализ, функциональный анализ. URL: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm>
5. Веб-портал NEWLIBRARY.RU (Новая электронная библиотека): Библиотека / Наука / Математика / Математический анализ. URL: http://www.newlibrary.ru/genre/nauka/matematika/matematicheskij_analiz/
6. Веб-портал TWIRPX:Файлы/Математика/Высшая математика/Математический анализ. URL: <http://www.twirpx.com/files/mathematics/algebra/analysis/>

Погоджено

навчальний відділ

« 28 » травня 2019

Людмила О.В.