



СИЛАБУС

навчальної дисципліни (обов'язкова)

МАТЕМАТИЧНІ ОСНОВИ СИСТЕМОГО АНАЛІЗУ

Обсяг освітнього компоненту 16,5/495 (кредитів/годин)

Освітня програма - «Інтелектуальні технології та прийняття рішень
в складних системах»

Спеціальність - 124 « Системний аналіз »

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА



Нечипоренко Ніна Олександрівна,
доцент кафедри «Математика»,
кандидат фізико-математичних наук

Контактна інформація:

- Телефон кафедри 769-82-66
- ninanechi@gmail.com
- головний корпус, ауд.354

Час і місце проведення консультацій:

Згідно з графіком консультацій

ОПИС КУРСУ

Навчальна дисципліна «Математичні основи системного аналізу» входить до обов'язкової частини професійного циклу. Вона формує важливі навички практичної та наукової діяльності бакалавра спеціальності « Системний аналіз » .

Курс дисципліни «Математичні основи системного аналізу» складає 495 годин, 16,5 кредитів та має таку структуру:
лекції – 120 год.; практичні заняття – 90 год.; самостійна робота – 330 год.

Курс складається з 11-ти змістових модулів:

- множини й послідовності;
- границі числових функцій, неперервність функцій;
- диференціальне числення функції однієї змінної;
- дослідження функції за допомогою похідних;
- диференціальне числення функцій багатьох змінних;
- екстремум функції багатьох змінних;



- невизначений інтеграл;
- визначений інтеграл;
- кратні інтеграли;
- криволінійні інтеграли;
- ряди;
- функціональний аналіз.

Графік навчання дисципліни : 1-й та 2-й рік; 1 – 4 семестри.

МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

1. **Мета** викладання дисципліни полягає у наступному:

отримати фундаментальні знання з математичного аналізу та функціонального аналізу, що є основою вивчення інших математичних курсів та дозволять студентам розв'язувати важливі практичні та теоретичні задачі з різних галузей сучасної математики та суміжних дисциплін, а також закладуть основи фундаментальної математичної підготовки.

2. Процес вивчення дисципліни спрямований на формування **загальних компетенцій**, що включають в себе:

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K07. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

K08. Здатність бути критичним і самокритичним.

В ході вивчення дисципліни ставиться завдання формування **фахових компетенцій**, що відповідають виду діяльності:

K21. Здатність формулювати задачі оптимізації при проектуванні систем управління та прийняття рішень, а саме: математичні моделі, критерії оптимальності, обмеження, цілі управління; обирати раціональні методи та алгоритми розв'язання задач оптимізації та оптимального керування.

K25. Здатність представляти математичні аргументи і висновки з них з ясністю і точністю і в таких формах, які підходять для аудиторії як усно так і в письмовій формі.

3. В наслідок вивчення навчальної дисципліни студент повинен бути здатним продемонструвати такі **результати навчання**:

ПРО1. Знати і вміти застосовувати на практиці диференціальне та інтегральне числення, ряди та інтеграл Фур'є, аналітичну геометрію, лінійну алгебру та векторний аналіз, функціональний аналіз та дискретну математику в обсязі, необхідному для вирішення типових завдань системного аналізу.



ПРО5. Знати основні положення теорії метричних просторів, лебегівської теорії міри та інтеграла, теорії обмежених лінійних операторів в банахових та гільбертових просторах, застосовувати техніку і методи функціонального аналізу для розв'язання задач керування складними процесами в умовах невизначеності.

ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Для успішного навчання та опанування компетентностями з даної дисципліни треба мати знання з математики в обсязі середньої школи на рівні, що визначається нормативними вимогами ЗНО.

ПЕРЕЛІК ТЕМ (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Таблиця 1 – Загальний тематичний план аудиторної роботи

Номер тижня	Теми лекцій, год.	Теми практичних робіт, год.
1	2	3
Змістовий модуль 1. Множини й послідовності		
1	Тема 1. Елементи теорії множин. (2 год.)	Дії над множинами. Загальне поняття функції. Числові множини. (2 год.)
2	Тема 2. Числові послідовності. (2 год.)	Границя числової послідовності. Властивості збіжних послідовностей. (2 год.)
Змістовий модуль 2. Границі числових функцій. Неперервність функцій		
3	Тема 3. Границя функції у точці. (2 год.)	Обчислення границі функції в точці. Перша й друга важливі границі. (2 год.)
4	Тема 4. Нескінченно малі функції. (1 год.)	Властивості й порівняння нескінченно малих функцій. (1 год.)
4	Тема 5. Неперервність функції. (1 год.)	Дослідження функції на неперервність. (1 год.)
5	Тема 6. Властивості неперервних функцій. (2 год.)	
Змістовий модуль 3. Диференціальне числення функції однієї змінної		
6	Тема 7. Похідна функції. (2 год.)	Правила диференціювання. Похідна складеної, оберненої та параметричної функції. (2 год.). Диференціал. Похідні і диференціали вищих порядків. (2 год.)
7	Тема 8. Основні теореми диференціального числення. (2 год.)	Правило Лопіталя. (2 год.)



8	Тема 9. Формула Тейлора. (2 год.)	Формула Тейлора та Маклорена. (2 год.)
Змістовий модуль 4. Дослідження функції за допомогою похідних		
9	Тема 10. Монотонність та екстремум функції. (2 год.)	Дослідження функції на монотонність та екстремум. Знаходження найбільшого та найменшого значення функції на відрізку. (2 год.)
10-11	Тема 11. Опуклість та асимптоти графіка функції. Загальна схема дослідження функції. (4 год.)	Дослідження функції на опуклість її графіка. Асимптоти. (2 год.) Загальна схема дослідження функції та побудова її графіку. (2 год.)
Змістовий модуль 5. Диференціальне числення функцій багатьох змінних		
12-14	Тема 12. Диференційованість функції багатьох змінних. (6 год.)	Обчислення частинних похідних та диференціалів від функції багатьох змінних. (4 год.)
15	Тема 13. Екстремум функції багатьох змінних. (2 год.)	Дослідження функції на екстремум. Найбільше та найменше значення функції в області. (2 год.) Умовний екстремум функції двох змінних. (2 год.)
Змістовий модуль 6. Невизначений інтеграл		
16	Тема 14. Первісна й невизначений інтеграл. (2 год.)	Основні властивості невизначеного інтеграла. Інтеграли від основних елементарних функцій. (2 год.)
17-20	Тема 15. Основні методи інтегрування. (8 год.)	Метод безпосереднього інтегрування. Метод інтегрування частинами. (2 год.) Метод підстановки. (2 год.) Інтегрування тригонометричних функцій. (2 год.) Інтегрування деяких ірраціональностей. (2 год.)
21-22	Тема 16. Інтегрування дробово-раціональних функцій (4 год.)	Інтегрування простих дробів. Розклад правильних дробів на найпростіші. Метод невизначених коефіцієнтів. (4 год.)
Змістовий модуль 7. Визначений інтеграл		
23	Тема 17. Означення визначеного інтеграла. (1 год.)	Задачі, які приводять до поняття визначеного інтеграла. Основні властивості визначеного інтеграла. (1 год.)



23-24	Тема 18. Методи обчислення визначених інтегралів. (4 год.)	Формула Ньютона–Лейбніца. Заміна змінної у визначеному інтегралі. Метод інтегрування частинами. (2 год.) Застосування визначеного інтеграла. (2 год.)
25	Тема 19. Невласні інтеграли. (2 год.)	Невласні інтеграли I та II роду. (2 год.)
26	Тема 20. Наближені формули для обчислення визначених інтегралів. (1 год.)	Формула прямокутників. Формула трапецій. Формула Сімпсона. (1 год.)
Змістовий модуль 8. Кратні інтеграли		
27-28	Тема 21. Подвійний інтеграл. (4 год.)	Обчислення подвійних інтегралів. Заміна змінних у подвійному інтегралі. (2 год.) Застосування подвійних інтегралів. (2 год.)
29-30	Тема 22. Потрійний інтеграл. (4 год.)	Заміна змінних у потрійному інтегралі. Циліндричні і сферичні координати. (2 год.) Застосування потрійних інтегралів. (2 год.)
Змістовий модуль 9. Криволінійні та поверхневі інтеграли		
31-32	Тема 23. Криволінійний інтеграл. (2 год.)	Обчислення криволінійних інтегралів I та II роду. (2 год.) Формула Гріна. (2 год.)
33-34	Тема 24. Поверхневий інтеграл. (2 год.)	Поверхневі інтеграли I та II роду, їх обчислення. Зв'язок між поверхневими інтегралами I і II роду. (4 год.)
35-37	Тема 25. Елементи теорії поля. (4 год.)	Потік векторного поля, його обчислення. (2 год.) Дивергенція, циркуляція і ротор векторного поля. Формула Остроградського–Гауса. Формула Стокса. (4 год.)
Змістовий модуль 10. Ряди		
38-39	Тема 26. Числові ряди. (2 год.)	Дослідження збіжності знакоподатніх рядів. (2 год.) Знакозмінні ряди. Абсолютна та умовна збіжності. (2 год.)
40-41	Тема 27. Функціональні ряди. (2 год.)	Область і радіус збіжності функціонального ряду. Рівномірна збіжність. (4 год.)
42-43	Тема 28. Степеневі ряди. (2 год.)	Область збіжності степеневих рядів. Властивості степеневих рядів. (2 год.) Розвинення функцій у ряд Тейлора. (2 год.)



44-45	Тема 29. Ряди і перетворення Фур'є. (2 год.)	Ряд Фур'є. Ряди Фур'є у комплексній формі. (2 год.) Інтеграл Фур'є, перетворення Фур'є. (2 год.)
46-49	Тема 30. Метричні простори. (4 год.)	Поняття метричного простору. Принцип стислих відображень. Компактність. (4 год.)
50-54	Тема 31. Лінійні і нормовані простори. (4 год.)	Приклади лінійних просторів. Випуклі множини, теорема Хана-Банаха. (2 год.) Нормовані простори. Евклідові та Гілбертові простори. (2 год.)
55-58	Тема 32. Лінійні функціонали та лінійні оператори. (4 год.)	Неперервні лінійні функціонали. Лінійні оператори. Компактні оператори. (4 год.)
59-60	Тема 33. Міра, вимірні функції, інтеграл (2 год.)	Міра плоских множин. Вимірні функції. Інтеграл Лебега. (2 год.)

САМОСТІЙНА РОБОТА

Самостійна робота студента спрямована на поглиблення і закріплення знань студента, розвиток практичних умінь і включає в себе роботу з навчальною літературою, підготовку до практичних занять та контрольних заходів, виконання індивідуального домашнього завдання.

Таблиця 2 – Тематичний план самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Множини. Дії над множинами	6
2	Границя числової послідовності	10
3	Границя функції у точці	10
4	Нескінченно малі функції. Неперервність функції	10
5	Похідна функції	16
6	Застосування похідної до обчислення границь. Правило Лопітала	6
7	Формула Тейлора та Маклорена	6
8	Монотонність та екстремум функції	8
9	Дослідження функції та побудова її графіку	16
10	Диференційовність функції багатьох змінних	20
11	Екстремум функції багатьох змінних	12
12	Первісна. Основні властивості невизначеного інтеграла	4
13	Метод безпосереднього інтегрування. Метод інтегрування частинами. Метод підстановки	8
14	Інтегрування деяких виразів, що містять квадратний тричлен.	4
15	Інтегрування тригонометричних функцій. Інтегрування деяких ірраціональностей	6



16	Інтегрування дробово-раціональних функцій	10
17	Означення визначеного інтеграла	2
18	Методи обчислення визначених інтегралів	4
19	Застосування визначеного інтеграла для розв'язання геометричних та фізичних задач	4
20	Невласні інтеграли	6
21	Наближені формули для обчислення визначених інтегралів	3
22	Подвійний інтеграл	12
23	Потрійний інтеграл	12
24	Криволінійний інтеграл	8
25	Поверхневий інтеграл	8
26	Елементи теорії поля	8
27	Числові ряди	8
28	Функціональні ряди	4
29	Степеневі ряди	6
30	Розкладання функцій у ряд Фур'є	4
31	Метричні простори	13
32	Лінійні і нормовані простори	15
33	Лінійні функціонали та лінійні оператори	18
34	Міра, вимірні функції, інтеграл	14
	Разом	303

РЕКОМЕНДОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ДЖЕРЕЛА

Навчально-методичні розробки:

1. Теоретичні відомості та розрахунково-графічні завдання з дисципліни «Вища математика» за темою «Теорія рядів» для студентів факультету КНТ усіх форм навчання / Укл.: Т. І. Левицька, І. С. Пожуєва, Г. А. Шишканова – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 74 с.

2. Індивідуальні завдання до самостійної роботи з дисципліни «Вища математика. Математичний аналіз» для студентів денної форми навчання галузі знань 12 «Інформаційні технології» (Частина 1) / Укл. Коротунова О. В. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 50 с.

3. Індивідуальні завдання для самостійної роботи з дисципліни «Вища математика. Математичний аналіз» для студентів денної форми навчання галузі знань 12 «Інформаційні технології» (Частина 2) / Укл. Коротунова О. В. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2022. – 42 с.

4. Методичні вказівки та індивідуальні завдання до контрольної роботи з дисципліни "Вища математика" (розділи: лінійна алгебра та аналітична геометрія, диференційне числення функції однієї та багатьох змінних) для студентів ФРЕТ та ФКНТ заочної форми навчання / Укл.: Нечипоренко Н.О., Щербина О.А., Коротунова О.В. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2022. – 66 с.



5. Індивідуальні завдання для самостійної роботи з курсу вищої математики за темою “Функції багатьох змінних” для студентів всіх спеціальностей денної форми навчання / Укл. Н.О. Нечипоренко. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 34 с.

Навчальні посібники:

1. Андросук Л. В. Вища математика: Навч. посібник. Модуль 7. Ряди. Диференціальні рівняння / Л. В. Андросук, О. І. Ковтун, Т. І. Олешко; За заг. ред. Т. І. Олешко. – Київ: Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 104 с.

2. Буланов Г. С. Функціональний аналіз: навч. посіб. для студентів спеціальності «Системний аналіз» усіх форм навчання / Г. С. Буланов, О. Г. Ровенська, В. М. Астахов. – Краматорськ: ДДМА, 2017. – 63 с.

3. Герасимчук В. С. Вища математика. Повний курс у прикладах і задачах. Невизначений, визначений та невластні інтеграли. Звичайні диференціальні рівняння. Прикладні задачі: навчальний посібник для студ. вищ. навч. закл.: затв. МОНУ / В. С. Герасимчук, Г. С. Васильченко, В. І. Кравцов. – К.: Книги України ЛТД, 2010. – 470 с.

4. «Збірник вправ з функціонального аналізу»: навч. посіб. для спеціальності 124 «Системний аналіз» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. Богдан Ю. В., Калюжний О. О., Мальцев А. Ю., Подколзін Г. Б., Чаповський Ю. А. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 67 с.

5. Ковтонюк І. Ю. Вища математика: навч. посібник: рек. МОНУ. Модуль 6. Інтегральне числення функцій однієї змінної / І. Ю. Ковтонюк, Є. Ю. Корнілович, Т. І. Олешко; за заг. ред. Т. І. Олешко. – Київ: Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 112 с.

6. Коновалюк В. С. Вища математика: Навч. посібник. Модуль 3. Вступ до математичного аналізу / В. С. Коновалюк, Т. І. Олешко, В. П. Петрусенко; За заг. ред. Т. І. Олешко. – Київ: Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 140 с.

7. Ластівка І. О. Вища математика: навчальний посібник. Модуль 4. Диференціальне числення функцій однієї змінної / І. О. Ластівка, Т. А. Левковська, Т. І. Олешко; за заг. ред. Т. І. Олешко. – Київ: Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 120 с.

8. Мазур К. І. Вища математика: навчальний посібник. Модуль 5. Диференціальне числення функцій багатьох змінних / К. І. Мазур, Т. І. Олешко, В. І. Трофименко; за заг. ред. Т. І. Олешко. – Київ: Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 104 с.

9. Ус С. А. Функціональний аналіз: навч. посібник / С. А. Ус. – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 236 с.



ОЦІНЮВАННЯ

Для студентів денної форми навчання система поточного контролю засвоєння матеріалу дисципліни студентами включає:

- опит студентів по змісту лекцій та перевірку поточного домашнього завдання;
- поточні контрольні (тестові) роботи;
- перевірку та захист РГЗ.

Рейтинговий контроль здійснюється в формі виконання студентом контрольних робіт.

Для отримання допуску до іспиту студент повинен виконати весь обов'язковий перелік завдань, передбачених навчальним графіком дисципліни. За підсумками першого та другого рубіжного модульного контролю формується підсумкова оцінка знань студентів, яка оголошується до початку екзаменаційної сесії. Підсумкова оцінка додається до балів, які студент отримує при проведенні іспиту.

Для студентів заочної форми навчання система контролю засвоєння матеріалу дисципліни студентами включає:

- захист контрольної роботи,
- розв'язання задач, теоретичне опитування.

Критерії оцінювання

Кожен модуль оцінюється за 100-бальною шкалою.

Ця оцінка складається з двох частин: 50 балів студент отримує за модульну аудиторну контрольну роботу та 50 балів накопичує за поточні контрольні заходи. При цьому бали розподіляються так:

- а) теоретичне опитування – 10 балів;
- б) поточні самостійні роботи – 20 балів;
- в) виконання та захист індивідуального розрахункового завдання – 20 балів.

Підсумкова оцінка знань студента визначається як середня арифметична результатів першого та другого модульного контролю.



Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

ПОЛІТИКИ КУРСУ

Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні заняття курсу. Але у зв'язку з військовим станом іноді присутність студента на занятті не є можливою, при цьому розуміють самостійне опрацювання матеріалу занять, викладеному в системі Moodle.

При вивченні курсу політика дотримання академічної доброчесності визначається Кодексом академічної доброчесності Національного університету «Запорізька політехніка»
https://zp.edu.ua/uploads/dept_nm/Nakaz_N253_vid_29.06.21.pdf

ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДЛЯ РОБОТИ НА КУРСІ

Щоб мати доступ до навчально-методичних розробок курсу необхідно мати особистий доступ до університетської навчальної платформи Moodle.