



ОПЕРАЦІЙНЕ ЧИСЛЕННЯ ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	11 Математика та статистика
Спеціальність	111 Математика
Освітня програма	Страхова та фінансова математика
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна(денна)/дистанційна
Рік підготовки, семестр	3 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	Загальний обсяг 4 кредити ECTS/120 годин, з них 54 години – аудиторні (36 – лекції, 18 – практичні заняття), 66 годин на самостійну роботу студентів + консультації + залік.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/залікова письмова робота
Розклад занять	Розподіл аудиторних годин на тиждень – 3 години. http://rozklad.kpi.ua http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=387ab037-6be1-4b2c-840e-90dd2e411f4d
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: професор д. ф.-м. н. Задерей Петро Васильович, pvzaderey@gmail.com 095-814-55-29 Практичні: професор д. ф.-м. н. Задерей Петро Васильович, pvzaderey@gmail.com 095-814-55-29
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Опис дисципліни	<p>Навчальна дисципліна «Операційне числення та його застосування» належить до циклу професійної підготовки. Дана дисципліна базується на знаннях набутих при вивченні курсів «Математичний аналіз», «Аналітична геометрія», «Комплексний аналіз». При вивченні даної дисципліни студенти знайомляться з методами операційного числення, які застосовують для розв'язку лінійних звичайних диференціальних рівнянь, лінійних рівнянь з частинними похідними, диференціально-різницевих рівнянь і інтегральних рівнянь типу згортки, до яких приводяться задачі, головним чином, по перехідних процесах лінійних фізичних систем електротехніки, радіотехніки, імпульсної техніки, теорії автоматичного регулювання і інших галузей науки і техніки. Широке застосування операційного числення пояснюється ефективністю методу, з допомогою якого дії аналізу в дійсній області деякого класу функцій-оригіналів перетворюються в алгебраїчні дії в комплексній області зображень цих функцій.</p>
Цілі дисципліни	<p>Метою навчальної дисципліни є:</p> <ul style="list-style-type: none"> • формування у здобувачів освіти логічного мислення, розвиток їх інтелекту та здібностей; • формування здатностей до необхідної інтуїції та ерудиції у питаннях застосування математики, виховання у студентів прикладної математичної культури; • формування здатностей самостійно використовувати і вивчати літературу з математики, розвивати гнучкість мислення, творчу самостійність та дію.
Предмет навчальної дисципліни	<p>Перетворення Лапласа і його основні властивості, оригінал і зображення. Обернене перетворення Лапласа. Застосування операційного числення</p>
Компетентності	<p>Загальні:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 1) • Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності (ЗК 3) • Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК 7) • Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел (ЗК 8) • Здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК 9) • Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань) (ЗК 11) • Здатність проявляти творчий підхід та ініціативу (ЗК 16) <p>Фахові:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Здатність формулювати проблеми математично та в символічній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання (ФК 1) • 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 (ФК 3)
Програмні	<p>- Розуміти фундаментальну математику на рівні, необхідному для</p>

результати навчання	<p>досягнення інших вимог освітньої програми (РН 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 (РН 10) - Розв'язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; здійснювати базові перетворення математичних моделей (РН 11) - Відшукувати потрібну науково-технічну інформацію у науковій літературі, базах даних та інших джерелах інформації (РН 12)
----------------------------	---

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Пререквізити: Дана навчальна дисципліна ґрунтується на знаннях студентів, набутих при вивченні дисциплін «Математичний аналіз», «Аналітична геометрія», «Комплексний аналіз».

Постреквізити: Навчальна дисципліна «Операційне числення та його застосування» входить до циклу професійної підготовки та має важливе значення у підготовці фахівця. Отримані знання використовуються у подальшому під час вивчення навчальних дисциплін «Функціональний аналіз», «Методи математичної фізики».

3. Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практичні	СРС
1	2	3	4	5
Розділ 1. Перетворення Лапласа і його основні властивості				
Тема 1.1. Оригінал і зображення. Теорема про існування зображення. Одиначна функція. Зображення деяких функцій.	13	4	2	7
Тема 1.2. Властивості однорідності, лінійності. Теореми подібності, запізнення, випередження.	11	4	1	6
Тема 1.3. Зображення періодичного оригіналу. Теорема зміщення.	7	2	1	4
Тема 1.4. Диференціювання оригінала і зображення. Інтегрування оригінала і зображення.	12	4	2	6
Тема 1.5. Диференціювання і інтегрування по параметру. Теорема про граничний перехід по параметру.	12	4	2	6
Тема 1.6. Граничні теореми. Згортка функцій і її властивості. Згортка оригіналів. Теорема множення.	9	3	1	5
Тема 1.7. Функція ймовірності похибок.	5	1	1	3
Тема 1.8. Інтеграл Дюамеля.	7	2	1	4
Разом за розділом 1	76	24	11	41
Розділ 2. Обернене перетворення Лапласа				
Тема 2.1. Інтеграл Фур'є в комплексній формі. Формула обертання Рімана-Мелліна	7	2	1	4
Тема 2.2. Достатні умови для того, щоб аналітична	7	2	1	4

функція була зображенням. Знаходження оригінала з допомогою формули обертання.				
Тема 2.3. Теорема про аналітичність зображення в нескінченно віддаленій точці.	5	1	1	3
Разом за розділом 2	19	5	3	11
Розділ 3. Застосування операційного числення				
Тема 2.4. Множення оригіналів. Узагальнена теорема множення.	6	1	1	4
Тема 3.1. Лінійні диференціальні рівняння.	6	2	1	3
Тема 3.2. Інтегральні рівняння типу згортки.	6	2	1	3
Тема 3.3. Рівняння в частинних похідних. Розв'язок деяких задач математичної фізики.	7	2	1	4
Разом за розділом 3	25	7	4	14
МКР 2	2	-	2	-
РГР				
Залік			-	
Всього годин	120	36	18	66

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. І.В. Алексеева, В.О. Гайдей, О.О. Диховичний, Л.Б. Федорова. Ряди. Теорія функцій комплексної змінної. Операційне числення. Конспект лекцій. НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського». – Київ – 2013.

2. Комплексний аналіз. Розрахункова робота [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 111 “Математика” / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В.В. Дрозд, Н.М. Задерей, П.В. Задерей, І.І. Голіченко. – Електронні текстові дані (1 файл: 0,87 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/22573>

3. Комплексний аналіз: навчальний посібник / П.В. Слюсарчук, Т.В. Боярищева, М.С. Герич, О.О. Погоріляк, О.О. Синявська, Г.І. Сливка-Тилищак. – Ужгород: «Шарк», 2020. – 174 с. <https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/30613>

4. І.В. Алексеева, В.О. Гайдей, О.О. Диховичний, Л.Б. Федорова. Ряди. Теорія функцій комплексної змінної. Операційне числення. Практикум. Том 4. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 176 с.

5. Шека Д.Д. Комплексний аналіз (в прикладах і задачах). Навчальний посібник для студентів спеціальності “Прикладна фізика та наноматеріали”. – Київ: факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2019 – 133 с.

Допоміжна література

6. М.А. Мартиненко, І.І. Юрик. Теорія функцій комплексної змінної. Операційне числення. Навчальний посібник. – К.: Видавничий дім «Слово», 2007. – 296 с.

7. В.П. Денисюк, В.К. Репета, К.А. Гаєва, Н.О. Клешня Вища математика. Навчальний посібник. Частина 3., Київ. Видавництво НАУ, 2009. – 445 с.

8. Практичний курс вищої математики. Книга 3. Ряди. Інтеграл Фур'є. Перетворення Фур'є. Функції комплексної змінної і операційне числення. Під редакцією професорів О.Г. Ніколаєва, В.С. Проценка, В.О. Рвачова. Харків «ХАІ» 2004.

Інформаційні ресурси

- Алексеева І.В., Гайдей В.О., Диховичний О.О., Коновалова Н.Р., Федорова Л.Б., Дудко А.Ф., Москвичова К.К.

Ч. 10. Теорія функцій комплексної змінної

<http://www.uuooi.org/english/viewforum.php?f=269>

Ч. 11. Інтегральні перетворення Фур'є та Лапласа

<http://www.uuooi.org/english/viewforum.php?f=286>

- Комплексний аналіз-2 <https://do.ipk.kpi.ua/enrol/index.php?id=350>

- Повний курс лекційних і практичних завдань з «Комплексного аналізу» проф О.Б. Скасківа
<http://mmf.lnu.edu.ua/st/tc/1866>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Оригінал і зображення. Теорема про існування зображення. Перетворення Карсона-Хевісайда. <i>Рекомендована література:</i> [1], гл. 1. §§ 1, 2, 3.
2	Одинична функція. Зображення деяких функцій <i>Рекомендована література:</i> [1], гл. 1. §§ 4, 5
3	Основні властивості перетворення Лапласа: однорідність, лінійність. Теорема подібності. <i>Рекомендована література:</i> [1], гл. 2. §§ 6-9.
4	Теорема запізнення і випередження. <i>Рекомендована література:</i> [1], гл. 2. §§ 10, 11.
5	Зображення періодичного оригінала. Теорема зміщення <i>Рекомендована література:</i> [1], гл. 2. §§ 12, 13.
6	Диференціювання оригінала і зображення. <i>Рекомендована література:</i> [1], гл. 2. §§ 14, 15.
7	Інтегрування оригінала і зображення.
8	Диференціювання і інтегрування по параметру. Граничні теореми. <i>Рекомендована література:</i> [1], гл. 2. §§ 19-21.
9	Згортка функцій. Її властивості. Згортка оригіналів. <i>Рекомендована література:</i> [1], гл. 2. §§ 22-24.
10	Теорема множення. Функція ймовірностей похибок. Інтеграл Дюамеля. <i>Рекомендована література:</i> [1], гл. 2. §§ 25-27.
11	Інтеграл Фур'є в комплексній формі. Формула обертання Рімана-Мелліна. <i>Рекомендована література:</i> [1], гл. 3. §§ 28, 29.
12	Достатні умови для того, щоб аналітична функція була зображенням. Знаходження оригінала з допомогою формули обертання. <i>Рекомендована література:</i> [1], гл. 3. §§ 30, 31.
13	Теорема про аналітичність зображення в нескінченно віддаленій точці. Зображення циліндричних функцій. <i>Рекомендована література:</i> [1], гл. 3. §§ 32, 33.
14	Множення оригіналів. Узагальнена теорема множення. <i>Рекомендована література:</i> [1], гл. 3. §§ 34, 35.
15	Лінійні диференціальні рівняння. Системи лінійних диференціальних рівнянь. <i>Рекомендована література:</i> [1], гл. 4. § 36.
16	Інтегральні рівняння типу згортки. <i>Рекомендована література:</i> [1], гл. 4. § 37.
17	Рівняння в частинних похідних.

	<i>Рекомендована література:</i> [1], гл. 4. § 38.
18	Крайові задачі для рівнянь в частинних похідних. <i>Рекомендована література:</i> [2], гл. 6. § 2.

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Оригінал і зображення. Теорема про існування зображення. Перетворення Карсона-Хевісайда. Одинична функція. Зображення деяких функцій. Завдання для СРС [3], §14; [4], §14.
2	Основні властивості перетворення Лапласа: однорідність, лінійність. Теорема подібності. Теореми запізнення і випередження. Завдання для СРС [3], §14; [5], §§2,3.
3	Зображення періодичного оригінала. Теорема зміщення. Диференціювання оригінала і зображення. Завдання для СРС [3], §14; [1], §12.
4	Інтегрування оригінала і зображення. Диференціювання і інтегрування по параметру. Граничні теореми. Завдання для СРС [3], §14,[1]. §22.
5	Згортка функцій, її властивості. Згортка оригіналів. Теорема множення. Функція ймовірностей похибок. Інтеграл Дюамеля. Завдання для СРС [3], §14; [1], §23.
6	Інтеграл Фур'є в комплексній формі. Формула обертання Рімана–Мелліна. Достатні умови для того, щоб аналітична функція була зображенням. Знаходження оригінала за допомогою формули обертання. Завдання для СРС [3], §14; [1], §23.
7	Теорема про аналітичність зображення в нескінченно віддаленій точці. Зображення циліндричних функцій. Множення оригіналів. Узагальнена теорема множення. Завдання для СРС [3], §14,[1], §32.
8	Лінійні диференціальні рівняння. Системи лінійних диференціальних рівнянь. Інтегральні рівняння типу згортки. Завдання для СРС [3], §15,[1], §36.
9	Рівняння в частинних похідних. Крайові задачі для рівнянь в частинних похідних. Завдання для СРС [3], §15[1],. §§36-38.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Вивчення дисципліни включає наступні види самостійної роботи:

- підготовка до лекційних та практичних занять, виконання домашніх завдань;
- виконання домашньої контрольної роботи (тестові завдання в дистанційних курсах на платформі Moodle);
- підготовка та виконання модульної контрольної роботи;
- підготовка до заліку.

Контрольні роботи

Запланована одна модульна контрольна робота, яка поділяється на дві контрольні роботи:

1. МКР-1 . «Основні властивості перетворення Лапласа і оберненого перетворення Лапласа».
2. МКР-2. «Застосування операційного числення».

Мета модульних контрольних робіт – виявити рівень засвоєння відповідних модулів, підрахування

балів за кредитно-модульною системою модулів.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Рекомендовані методи навчання: вивчення основної та допоміжної літератури за тематикою лекцій, розв'язування задач на практичних заняттях та при виконанні домашніх робіт.

Студенту рекомендується вести докладний конспект лекцій. Важливим аспектом якісного засвоєння матеріалу, відпрацювання методів та алгоритмів вирішення основних завдань дисципліни є самостійна робота. Вона містить читання літератури, огляд літератури за темою, підготовку до занять, виконання розрахункової типової роботи, підготовку до МКР та заліку.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO) (очна\ дистанційна форма)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	кредити	акад. год.	Лекц.	Практич.	Лаб. роб.	СРС + залік	МКР	ТРР	Семестрова атестація
6	4	120	36	18	-	66	2	1	залік.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за

- 1) відповіді на практичних заняттях;
- 2) дві модульні контрольні роботи (МКР можуть бути поділені на декілька контрольних робіт) ;
- 3) типову розрахункову роботу (ТРР поділена на декілька робіт, згідно тем)
- 4) відповідь при складанні заліку.

Розмір стартової шкали $R_C = 50$ балів.

Розмір залікової шкали $R_E = 50$ бали.

Розмір шкали рейтингу $R = R_C + R_E = 100$ балів.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал –5. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює 15 балів.

0.0 – відмова від відповіді, незнання необхідного теоретичного матеріалу;

0.5 – знання окремих фрагментів з теоретичного матеріалу, невміння їх застосовувати;

1.0 – знання окремих фрагментів теоретичного матеріалу, вміння деякі з них застосовувати;

1.5 – поверхневе знання теоретичного матеріалу, розв'язування задачі за допомогою викладача;

2.0 – добре знання теоретичного матеріалу, вміння його застосовувати;

2.5 – досконале знання теоретичного матеріалу, майже самостійне розв'язування задачі

2. Модульний контроль

Ваговий бал -30. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює 30 балів.

Критерій оцінювання МКР:

відсутність на контрольній роботі– 0 балів,
оцінка МКР (в балах) дорівнює величині відсотка (від максимальної кількості балів 20) її виконання.

При виконання < 60% контрольна робота не зараховується.

3. Розрахункова типова робота (ТРР).

Ваговий бал – 15.

Критерій оцінювання ТРР:

Невиконання ТРР – 0 балів. ТРР виконується і захищається частинами, що за змістом відповідають модульній контрольній роботі. Ця частина ТРР здається до написання МКР, а сама МКР є її захистом.

Оцінка ТРР (у балах) дорівнює величині відсотка (від максимальної кількості балів 15) її виконання з урахуванням результату написання відповідної МКР.

При виконанні менше 60% ТРР вона не зараховується і повинна бути доопрацьована.

За несвоєчасне (пізніше ніж на тиждень) подання ТРР зараховується не більше 60% .

4. Відповідь при складанні заліку.

Ваговий бал – 50.

Кількість рейтингових балів дорівнює величині відсотка (від максимального балу 50) виконання екзаменаційної роботи. При виконанні менше 60% (<30 балів) роботи вона не зараховується і повинна бути написана повторно.

Заохочувальні бали нараховуються за успішний виступ на математичній олімпіаді (максимально 5 балів за семестр).

Умови позитивної проміжної атестації.

Для отримання “зараховано” з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент повинен мати не менше ніж 50% від запланованої кількості балів. Для отримання “зараховано” з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент повинен також мати на менше ніж 50% від запланованої кількості балів.

У разі неможливості написання з поважних причин модульної контрольної роботи, йому надається можливість переписати її протягом двох наступних тижнів.

Перескладання позитивної підсумкової семестрової атестації з метою її підвищення не допускається.

Студент допускається до заліку , якщо його рейтинг семестру не менший 30 балів, при цьому він має хоча б одну позитивну атестацію, зараховані модульні контрольні роботи та типовий розрахунок (які виконано не менше, ніж на 60%).

Якщо рейтинг семестру менший 30 балів, студент може написати допускову контрольну роботу.

При успішному (не менше 60% правильно розв’язаних задач) її написанні рейтинг семестру дорівнюватиме 30 балам.

Таблиця переведення рейтингової оцінки R з навчальної дисципліни

$R = R_C + R_E$	Оцінка ECTS	Традиційна оцінка
$95 \leq R \leq 100$	A	відмінно
$85 \leq R \leq 94$	B	дуже добре
$75 \leq R \leq 84$	C	добре
$65 \leq R \leq 74$	D	задовільно
$60 \leq R \leq 64$	E	достатньо
$30 \leq R \leq 59$	Fx	незадовільно
$R_C < 30$ або не виконані інші умови допуску до заліку	F	не допущений

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компоненту)

У випадку дистанційної форми навчання організація освітнього процесу здійснюється з застосуванням електронної пошти, Telegram, відео-конференцій в Zoom, онлайн-дошки Jamboard та освітньої платформи Moodle.

Поточний контроль може проводитись у вигляді тестових контрольних робіт в Moodle.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: професором кафедри МА та ТЙ, доктором фіз.-мат. наук, професором Задересем Петром Васильовичем

Ухвалено кафедрою МА та ТЙ (протокол № 12 від 19.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією ФМФ (протокол № 10 від 27.06.2023р.)