МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут комп'ютерних наук та управління проектами
(повна назва підрозділу)
Кафедра фізики та математики
(повна назва кафедри)

Код РПНД

ЗАТВЕРДЖЕНО
Проректор з науково-педагогічної роботи
_____ Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
PROGRAM OF THE DISCIPLINE

ОПЕРАЦІЙНЕ ЧИСЛЕННЯ
OPERATIONAL CALCULUS

рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський)
тип дисципліни _____ вибіркова
мова(и) викладання _____ українська

Миколаїв – 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Операційне числення»

"07" 06 2024 року. – 16 с.

Розробники:

Майборода Олександр Валерійович, канд. екон. наук, доцент кафедри фізики та математики.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Операційне числення» розглянуто на засіданні кафедри фізики та математики

Протокол №11 від «10» 06 2024 р.

Завідувач кафедри фізики,

Д-р. фіз.-мат. наук, професор _____ *Михайло УШКАЦ*

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Операційне числення» розглянуто Навчально-методичною комісією Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та управління проектами

Протокол №12 від «27» 06 2024 р.

Голова НМК ННІКНУП,

канд. техн. наук, професор НУК _____ *Тетяна ФАРІОНОВА*

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Операційне числення» погоджено з навчальним відділом НУК

Начальник навчального відділу _____ *Андрій ЛАБАРТКАВА*

Робоча програма навчальної дисципліни «Операційне числення» затверджено Навчально-методичною радою НУК

Протокол №6 від «28» 08 2024 р.

Голова НМР НУК _____ *Сергій СЛОБОДЯН*

© НУК, 2024

ЗМІСТ

Вступ *4*

1. Опис навчальної дисципліни *5*

2. Мета вивчення навчальної дисципліни *6*

3. Передумови для вивчення дисципліни *6*

4. Очікувані результати навчання *6*

5. Програма навчальної дисципліни *7*

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування *12*

7. Форми поточного та підсумкового контролю *12*

8. Критерії оцінювання результатів навчання *15*

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна *16*

10. Рекомендовані джерела інформації *16*

ВСТУП

Анотація

Робоча навчальна програма з курсу «Операційне числення» є нормативним документом Національного університету кораблебудування, який розроблено кафедрою фізики і математики відповідно до освітньо-професійної програми підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня та навчального плану спеціальності.

Робочу навчальну програму укладено згідно з вимогами Європейської кредитної трансферно-накопичувальної системи (ЄКТС) організації навчання.

Програма визначає обсяги знань, якими повинен опанувати здобувач першого (бакалаврського) рівня відповідно до вимог освітньої програми, алгоритму вивчення навчального матеріалу дисципліни «Операційне числення» та необхідне методичне забезпечення, складові і технологію оцінювання навчальних досягнень студентів.

Навчальна дисципліна "Операційне числення" складається з чотирьох змістових модулів: Перетворення Лапласа та його властивості, Інтеграл Мєлліна, Застосування операційного числення до розв'язування звичайних диференціальних рівнянь, Застосування перетворення Лапласа до розв'язування основних мішаних крайових задач для рівнянь з частинними похідними. Обсяг дисципліни – 150 год (5 кредити).

Ключові слова: операційне числення, оригінал, зображення, перетворення Лапласа, інтеграл Мєлліна, диференціальні рівняння.

Abstract

The working curriculum for the course "Operational Calculus" is a normative document of the National Shipbuilding University, which was developed by the Department of Physics and Mathematics in accordance with the educational and professional training program for first (bachelor) level applicants and the curriculum of the specialty.

The working study program is concluded in accordance with the requirements of the European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS) of the training organization.

The program defines the amount of knowledge that the first (bachelor) level student must master in accordance with the requirements of the educational program, the algorithm for studying the educational material of the discipline "Operational Calculus" and the necessary methodological support, components and technology for evaluating students' educational achievements.

The educational discipline "Operational calculus" consists of four content modules: Laplace transform and its properties, Mellin's integral, Application of operational calculus for solving ordinary differential equations, Application of Laplace transform for solving basic mixed boundary value problems for equations with partial derivatives. The scope of the discipline is 150 hours (5 credits).

Key words: operational calculus, original, image, Laplace transform, Mellin integral, differential equations.

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів - 5</td><td rowspan="3">Для всіх галузей знань</td><td colspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Модулів – 1</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 4</td><td>2-й</td><td>2-й</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Електронний адрес РПНД на сайті Університету</td><td rowspan="8">Для всіх спеціальностей</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>3-й</td><td>3-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекцій</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Індивідуальне науково-дослідне завдання не передбачено</td><td>30 год.</td><td>6 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин 150</td><td>30 год.</td><td>6 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>0 год.</td><td>0 год.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 ;

самостійної роботи студента – 6 .</td><td rowspan="5">Освітній рівень:

перший(бакалаврський)</td><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>90 год.</td><td>138год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальні завдання: 0 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю: залік</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма контролю: комбінована</td></tr>
</table>

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни “Операційне числення” є формування у студентів знань, вмінь і навичок щодо застосувань теоретичних основ операційного числення у професійній діяльності, зокрема, в освітній галузі, а також при розв’язуванні звичайних диференціальних рівнянь з початковою умовою, основних мішаних крайових задач математичної фізики, які моделюють різноманітні процеси та явища фізики, електротехніки, механіки, біології тощо.

Завдання: отримання базових знань з операційного числення, серед яких поняття зображення Лапласа, оригіналу, умов існування зображення Лапласа і оберненого до нього, основні властивості перетворення Лапласа.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Не передбачено.

4. Очікувані результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- означення оригіналу, образу при відображення Лапласа, умови існування відображення Лапласа;

- властивості перетворення Лапласа, серед яких властивості лінійності, подібності, зміщення, запізнення, випередження, диференціювання за параметром, диференціювання оригіналу, диференціювання зображення, інтегрування оригіналу, інтегрування зображення, множення зображення (теорема Бореля), множення оригіналів (теорема Дюамеля);

- теорему про відновлення оригіналу за його зображенням Лапласа, першу та другу теорему розкладу.

вміти:

- знаходити перетворення Лапласа за допомогою означення та з використанням властивостей перетворення Лапласа;

- знаходити оригінал за відомим образом (при відображені Лапласа) за допомогою першої теореми розкладу з використанням рядів Лорана;

- знаходити оригінал за відомим образом (при відображені Лапласа) за допомогою другої теореми розкладу з використання теорії лишків;

- застосовувати операційне числення до розв’язування звичайних диференціальних рівнянь, основних мішаних крайових задач математичної фізики, різницевих та інтегральних рівнянь.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Перетворення Лапласа та його властивості.

Тема 1. Перетворення Лапласа, умови його існування. Поняття перетворення Лапласа. Оригінал та зображення. [1] с. 149 – 157, [3] с. 189 – 196.

Тема 2. Одинична функція Хевісайда. Зображення деяких функцій. [2] с. 10 – 12.

Тема 3. Властивості перетворення Лапласа. Основні властивості перетворення Лапласа, серед яких властивості лінійності, подібності, зміщення, запізнення, випередження, диференціювання по параметру, диференціювання оригіналу, диференціювання зображення. [2] с. 12 – 22, [4] с. 6 – 13.

Тема 4. Інтегрування оригіналу, інтегрування зображення, множення зображення (теорема Бореля), множення оригіналів (теорема Дюамеля). [2] с. 28 – 38.

Змістовий модуль 2. Знаходження оригіналу за заданим зображенням.

Тема 5. Елементарний метод знаходження оригіналу за заданим зображенням. [1] с. 181 – 182, [4] с. 22 – 23.

Тема 6. Перша теорема розкладу та друга теорема розкладу. [1] с. 182 – 188.

Тема 7. Застосування 1-ї та 2-ї теореми розкладу до знаходження оригіналу за зображенням Лапласа. [4] с. 24 – 27.

Змістовий модуль 3. **Застосування операційного числення до розв'язування диференціальних рівнянь**.

Тема 8. Застосування перетворення Лапласа до розв'язання звичайних диференціальних рівнянь. [3] с. 204 – 207.

Тема 9. Операційний метод розв'язання звичайних лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами. [1] с. 194 – 198.

Тема 10. Розв'язання диференціальних рівнянь за допомогою формули Дюамеля. [1] с. 198 – 202, [4] с. 33 – 35.

Тема 11. Розв'язання систем лінійних диференціальних рівнянь. [1] с. 194 – 198, [2] с. 80 – 84.

Тема 12. Лінійні диференціальні рівняння із змінними коефіцієнтами. [2] с. 84 – 88.

Змістовий модуль 4. Застосування перетворення Лапласа до розв'язування основних мішаних крайових задач для рівнянь з частинними похідними.

Тема 13. Застосування перетворення Лапласа до розв'язування мішаних крайових задач для хвильового рівняння. Застосування перетворення Лапласа до розв'язування гіперболічних рівнянь з різними крайовими та початковими умовами. [2] с. 88 – 96, [3] с. 212 – 216.

Тема 14. Застосування перетворення Лапласа до розв'язування мішаних крайових задач для рівняння теплопровідності. Застосування перетворення Лапласа до розв'язування параболічних рівнянь з різними крайовими та початковими умовами як для випадку однорідного, так і для випадку неоднорідного рівняння. [3] с. 212 – 216.

Тема 15. Застосування операційного числення в електротехніці та теорії автоматичного регулювання. [1] с. 203 – 203.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек	пр	с.р.	лаб		лек	пр	с.р.	лаб
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Модуль 1										
Змістовий модуль 1. Перетворення Лапласа та його властивості.										
Тема 1. Перетворення Лапласа, умови його існування. Поняття перетворення Лапласа. Оригінал та зображення.	11	2	2	7		12	2	–	10	
Тема 2. Одинична функція Хевісайда. Зображення деяких функцій.	11	2	2	7		12	–	2	10	
Тема 3. Властивості перетворення Лапласа. Основні властивості перетворення Лапласа, серед яких властивості лінійності, подібності, зміщення, запізнення, випередження, диференціювання по параметру, диференціювання оригіналу, диференціювання зображення.	11	2	2	7		10	–	–	10	
Тема 4. Інтегрування оригіналу, інтегрування зображення, множення зображення (теорема Бореля), множення оригіналів (теорема Дюамеля).	12	2	2	8		11	–	–	11	
Разом за змістовим модулем 1	45	8	8	29		45	2	2	41	
Змістовий модуль 2. Знаходження оригіналу за заданим зображенням.										
Тема 5. Елементарний метод знаходження оригіналу за заданим зображенням.	10	2	2	6		10	2	–	8	
Тема 6. Перша теорема розкладу та друга теорема розкладу.	10	2	2	6		9	–	–	9	
Тема 7. Застосування 1-ї та 2-ї теореми розкладу до знаходження оригіналу за зображенням Лапласа.	10	2	2	6		11	–	2	9	
Разом за змістовим модулем 2	30	6	6	18		30	2	2	26	
Змістовий модуль 3. Застосування операційного числення до розв'язування диференціальних рівнянь.										
Тема 8. Застосування перетворення Лапласа до розв'язання звичайних диференціальних рівнянь.	9	2	2	5		10	2	–	8	
Тема 9. Операційний метод розв'язання звичайних лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами.	9	2	2	5		10	–	2	8	
Тема 10. Розв'язання диференціальних рівнянь за допомогою формули Дюамеля.	9	2	2	5		8	–	–	8	
Тема 11. Розв'язання систем лінійних диференціальних рівнянь.	9	2	2	5		8	–	–	8	
Тема 12. Лінійні диференціальні рівняння із змінними коефіцієнтами.	9	2	2	5		9	–	–	9	
Разом за змістовим модулем 3	45	10	10	25		45	2	2	41	

1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12
Змістовий модуль 4. Застосування перетворення Лапласа до розв'язування основних мішаних крайових задач для рівнянь з частинними похідними.										
Тема 13. Застосування перетворення Лапласа до розв'язування мішаних крайових задач для хвильового рівняння. Застосування перетворення Лапласа до розв'язування гіперболічних рівнянь з різними крайовими та початковими умовами.	10	2	2	6		10	–	–	10	
Тема 14. Застосування перетворення Лапласа до розв'язування мішаних крайових задач для рівняння теплопровідності. Застосування перетворення Лапласа до розв'язування параболічних рівнянь з різними крайовими та початковими умовами як для випадку однорідного, так і для випадку неоднорідного рівняння.	10	2	2	6		10	–	–	10	
Тема 15. Застосування операційного числення в електротехніці та теорії автоматичного регулювання.	10	2	2	6		10	–	–	10	
Разом за змістовим модулем 4	30	6	6	18		30	–	–	30	
Усього годин	**150**	**30**	**30**	**90**		**150**	**6**	**6**	**138**	

Теми лабораторних занять

Лабораторні заняття не передбачено

Самостійна робота

Самостійна робота передбачає підготовку до лекційних занять; самостійне поглиблення знання за темами дисципліни; підготовку та оформлення лабораторних робіт; підготовку до чотирьох поточних модульних контролів; підготовку до екзамену/заліку.

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1.	Підготовка до лекції за темою №1	3	5
2.	Підготовка до лекції за темою №2	3	5
3.	Підготовка до лекції за темою №3	3	5
4.	Підготовка до лекції за темою №4	3	5
5.	Підготовка до лекції за темою №5	3	5
6.	Підготовка до лекції за темою №6	3	5
7.	Підготовка до лекції за темою №7	3	5
8.	Підготовка до лекції за темою №8	3	5
9.	Підготовка до лекції за темою №9	3	5
10.	Підготовка до лекції за темою №10	3	5
11.	Підготовка до лекції за темою №11	3	5
12.	Підготовка до лекції за темою №12	3	5
13.	Підготовка до лекції за темою №13	3	5
14.	Підготовка до лекції за темою №14	3	5
15.	Підготовка до лекції за темою №15	3	5
16.	Підготовка та оформлення індивідуального завдання №1	3	6
17.	Підготовка та оформлення індивідуального завдання №2	4	6
18.	Підготовка та оформлення індивідуального завдання №3	3	6
19.	Підготовка та оформлення індивідуального завдання №4	4	6
20.	Підготовка до тестування за темами ЗМ1	4	6
21.	Підготовка до тестування за темами ЗМ2	4	6
22.	Підготовка до тестування за темами ЗМ3	4	6
23.	Підготовка до тестування за темами ЗМ4	4	6
24.	Підготовка до екзамену/заліку	15	15
	Разом	90	138

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.

Методи навчання: лекція; практична робота; робота з літературою; методи контролю і самоконтролю, контрольні роботи, типові розрахунки.

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання з дисципліни є: залік; усні відповіді; контрольні роботи; типові розрахунки.

У процесі освоєння дисципліни здобувач має:

- виконати індивідуальне завдання за кожним змістовним модулем, оформити паперовий аналітичний звіт у відповідності до цих завдань та представити на розгляд викладачу, який оцінює виконання кожної роботи та на основі усних відповідей визначає рівень розуміння виконаної роботи;
- скласти поточні модульні контролі за кожним змістовним модулем у вигляді стандартизованих тестів для оцінки рівня отриманих теоретичних знань; на проходження одного тесту надається від 20 до 60 хвилин, в залежності від кількості завдань (з розрахунку до 5 хвилин на одне завдання);
- скласти залік у вигляді усної відповіді на два теоретичні питання білету та вирішення шести практичних задач; на підготовку надається до 1,5 години.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного заліку. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати до 60 балів. Питома вага заключного заліку в загальній системі оцінок - 40 балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки заліку.

Поточний контроль передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми та набутих практичних навичок під час виконання індивідуальних завдань та поточних модульних контролів.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Критерії оцінювання виконання індивідуальних завдань (ІДЗ)
(кожне ІДЗ складається із різної кількості завдань, нижче наведені критерії оцінювання кожного окремого завдання)

Бал	Критерії оцінювання
2	Завдання виконано у встановлений термін. Виконано самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів. Надані повні усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ завдання.
1	Завдання виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує завдання під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки. Надані часткові усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи або студент відмовляється надавати усні відповіді на запитання.
0	Завдання не виконувалось.
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 26 балів (4 ІДЗ по 6,4,4,12 балів відповідно).

Критерії оцінювання поточного модульного контролю у формі тестування

Правильних відповідей	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Бал	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

У відповідності до програми передбачено 4 поточних модульних контролі, таким чином максимальна оцінка за даний компонент програми 34 бали (10,8,4,12 балів за ЗМ1, ЗМ2, ЗМ3 та ЗМ4 відповідно). Кожний тест передбачає від 4 до 12 тестових запитань.

Критерії оцінювання заліку.

Здобувач має відповісти на два усні питання та вирішити шість практичних задач. Кожна відповідь на усні питання оцінюється максимум у 5 балів, вирішення кожної практичної задачі – у 5 балів. Загалом за залік можна отримати максимум 40 балів.

Відповідь на усне питання	**Критерії оцінювання на заліку**
5	Відповідь надана повна, ґрунтовна, чітка, при наданні відповіді представлені необхідні математичні викладки та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання.

4	Відповідь надана повна, ґрунтовна, але спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, хоча при наданні відповіді представлені необхідні математичні викладки та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання.
3	Відповідь надана не повна, але висвітлено більше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені основні математичні залежності та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання.
2	Відповідь надана не повна, висвітлено менше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені деякі математичні залежності та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, з наведенням прикладу такого використання виникли труднощі.
1	Відповідь надана не повна, висвітлено менше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, не в змозі представити математичні залежності та схемні рішення, а також пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці.
0	Відповідь не надана взагалі або абсолютно не відповідає питанню.
	Максимальна оцінка студента за відповідь на усні питання 10 балів (2 питання по 5 балів).

Рішення практичної задачі	**Критерії оцінювання на заліку**
5	Рішення представлене повне, коректне, з чіткими поясненнями, відповідь правильна.
4	Рішення представлене у вигляді формул, правильно використаних, але без пояснень, відповідь правильна.
3	Рішення представлене повне, коректне, з чіткими поясненнями, відповідь неправильна у зв'язку із помилками при виконанні розрахунків.
2	Рішення представлене у вигляді формул, правильно використаних, але без пояснень, відповідь неправильна у зв'язку із помилками при виконанні розрахунків.
1	Рішення представлене неповне, більш ніж наполовину, правильна відповідь відсутня.
0	Рішення не представлене взагалі або неповне, більш ніж на 90%.
	Максимальна оцінка студента за задачі 30 балів (6 задач по 5 балів).

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	Теми 1-4	Індивідуальне завдання №1	10	Індивідуальне завдання №1	10
	ПМК	Тестування за темами ЗМ1	5	Тестування за темами ЗМ1	5
ЗМ 2	Теми 5-7	Індивідуальне завдання №2	10	Індивідуальне завдання №2	10
	ПМК	Тестування за темами ЗМ2	5	Тестування за темами ЗМ2	5
ЗМ 3	Теми 8-12	Індивідуальне завдання №3	10	Індивідуальне завдання №3	10
	ПМК	Тестування за темами ЗМ3	5	Тестування за темами ЗМ3	5
ЗМ 4	Теми 13-15	Індивідуальне завдання №4	10	Індивідуальне завдання №4	10
	ПМК	Тестування за темами ЗМ4	5	Тестування за темами ЗМ4	5
Підсумковий контроль		Залік	40	Залік	40
Сума			**100**		**100**

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	задовільно
60-63	E	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

1. Опорний конспект лекцій з дисципліни в електронному варіанті.
2. Методичні вказівки та завдання до виконання індивідуальних завдань з дисципліни в електронному варіанті.
3. Роздатковий матеріал.
4. Мультимедійні презентації.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Мартиненко М.А., Юрик І.І. Теорія функцій комплексної змінної. Операційне числення. – К.: Видавничий Дім “Слово”, 2007. – 296 с.
2. Войцеховський О.А. Операційне числення. Навчальний посібник. – В.: ВДТУ, 2000. – 148 с.
3. Самойленко В.Г., Бородін В.А., Верьовкіна Г.В. Ловейкін А.В., Романенко І.Б. Комплексний аналіз. Приклади і задачі. – К.: Київський університет, 2010. – 224 с.
4. Гребенюк С.М. Операційне числення: навчальний посібник для студентів освітнього ступеня «бакалавр» напряму підготовки «Математика». – Запоріжжя: ЗНУ, 2015. – 86с.
5. Вища математика: Підручник. У 2 ч. Ч. 2: Диференціальні рівняння. Операційне числення. Ряди та їх застосування. Стійкість за Ляпуновим. Рівняння математичної фізики. Оптимізація і керування. Теорія ймовірностей. Числові методи; За заг. ред. П. П. Овчиннікова; 3-тє вид., випр. — К.: Техніка, 2004

Допоміжна література

7. Давидов М.О. Елементи теорії функцій комплексної змінної. – К.: Рад. шк., 1968. – 212 с.
8. Самойленко В.Г., Самойленко Ю.І. Операційне числення: підручник. (Рекомендовано до друку Вченою радою Київського університету імені Бориса Грінченка 09.06.2021 р. протокол № 5) - *електронний варіант*