

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА**



Факультет математики та інформатики

Кафедра математичного та функціонального аналізу

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

## **Операційне числення**

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Освітня програма Актуарна та фінансова математика

Спеціальність 111 Математика

Галузь знань 11 Математика та статистика

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол №1 від 30.08.2024 р.

м. Івано-Франківськ - 2024

## **ЗМІСТ**

1. Загальна інформація
2. Анотація до навчальної дисципліни
3. Мета та цілі навчальної дисципліни
4. Програмні компетентності та результати навчання
5. Організація навчання
6. Система оцінювання навчальної дисципліни
7. Політика навчальної дисципліни
8. Рекомендована література

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	Операційне числення
<b>Рівень вищої освіти</b>	Освітній рівень магістра, II-й рівень вищої освіти
<b>Викладач (-і)</b>	к.ф.-м.н., доцент Соломко Андрій Васильович
<b>Контактний телефон викладача</b>	тел. моб. 095-82-40-257, тел. роб. 0342-59-61-08
<b>E-mail викладача</b>	<a href="mailto:andrii.solomko@pnu.edu.ua">andrii.solomko@pnu.edu.ua</a>
<b>Формат дисципліни</b>	очний
<b>Обсяг дисципліни</b>	3 кредити ЄКТС
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	<a href="https://d-learn.pnu.edu.ua/">https://d-learn.pnu.edu.ua/</a>
<b>Консультації</b>	очні консультації: згідно розкладу консультацій
<b>2. Анотація до курсу</b>	
<p>Курс «Операційне числення» є дисципліною з циклу професійної підготовки (вибіркові дисципліни за вибором студента) для спеціальності 111 Математика (освітня програма – Актуарна та фінансова математика) факультету математики та інформатики, за якою вчаться студенти факультету освітнього рівня магістра денної форми навчання.</p> <p>Курс «Операційне числення» є необхідною складовою частиною вивчення математичного аналізу, звичайних диференціальних рівнянь, рівнянь математичної фізики, інтегральних рівнянь та математичного моделювання.</p> <p>Операційне (або символічне) числення є ефективним апаратом дослідження багатьох теоретичних питань і прикладних задач як у самій математиці, так і в інших областях науки і техніки, особливо тих питань і задач, які пов'язані з розв'язуванням лінійних диференціальних рівнянь (звичайних і з частинними похідними), диференціально-різницевих, інтегральних, інтегро-диференціальних та деяких інших рівнянь. Зокрема, операційне числення застосовується при дослідженні багатьох питань і задач фізики, механіки, теорії автоматичного регулювання, електротехніки, радіотехніки і імпульсної техніки, математичної економіки тощо.</p> <p>Послідовність вивчення тем, розподіл матеріалу, методичні шляхи та організаційні форми навчання можуть бути змінені лектором за узгодженням з кафедрою та врахуванням предметних зв'язків із суміжними навчальними дисциплінами.</p>	
<b>3. Мета та цілі курсу</b>	
<p>Мета:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• формування особистості студентів, розвиток їх інтелекту і здатності до логічного і алгоритмічного мислення;</li> <li>• встановлення місця операційного числення серед інших математичних наук та його зв'язку з різними розділами математичного аналізу, теорії комплексної змінної, звичайних диференціальних рівнянь, рівнянь з частинними похідними, функціонального аналізу;</li> <li>• обґрунтування ролі операційного числення як важливого математичного апарату для розв'язування різноманітних прикладних задач механіки, фізики, економіки, інших наук;</li> <li>• теоретичне обґрунтування методів операційного числення.</li> </ul>	

Завдання:

- оволодіння студентами науковими основами, сучасною методологією та особливостями застосування апарату операційних методів у різноманітних галузях математичних досліджень.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- означення та основні властивості неперервного та дискретного перетворення Лапласа;
- означення згортки функцій та її властивості;
- формулу зображення згортки оригіналів, теореми Ефроса та Дюамеля;
- формулу Рімана-Мелліна, теореми розвинення та їх застосування для відшукування оригінала за зображенням;
- методи обчислення невласних інтегралів за допомогою перетворення Лапласа;
- знаходження розв'язку задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь та рівнянь з частинними похідними методами операційного числення;
- методи розв'язування деяких типів інтегральних та інтегро-диференціальних рівнянь за допомогою перетворення Лапласа;
- застосування операційних методів до розв'язування різницевих рівнянь.

вміти:

- досліджувати порядок зростання функції-оригінала;
- шукати зображення неперервного і дискретного оригіналів;
- застосовувати властивості перетворення Лапласа для відшукування зображень за відомими оригіналами і навпаки;
- застосовувати теорему Бореля для відшукування зображення згортки двох функцій;
- використовувати теореми розвинення для відшукування оригіналів за зображеннями;
- застосовувати теоретичні положення операційного числення до розв'язування прикладних задач;
- використовувати системи комп'ютерної математики Maple, MathCad, Mathematica для відшукування оригіналів та зображень, а також для розв'язування різних задач за допомогою методів операційного числення.

#### **4. Програмні компетентності та результати навчання**

Загальні компетентності:

ЗК2. Здатність використовувати у професійній діяльності знання з галузей математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук.

ЗК3. Здатність вирішувати проблеми у професійній діяльності на основі абстрактного мислення, аналізу, синтезу та прогнозу.

ЗК4. Здатність до пошуку, оброблення й аналізу інформації з різних джерел, необхідної для розв'язування професійних завдань.

Фахові компетентності:

ФК3. Спроможність розуміти проблеми та виділяти їхні суттєві риси.

ФК4. Спроможність розробляти математичну модель ситуації з реального світу та переносити математичні знання у нематематичні контексти.

ФК7. Здатність до удосконалення існуючих математичних методів аналізу, моделювання, прогнозування.

ФК9. Здатність до самоосвіти та підвищення кваліфікації на основі інноваційних підходів у сфері математики.

Програмні результати навчання:

ПРН2. Володіти основами математичних дисциплін теорій, зокрема, які вивчають моделі природничих і соціальних процесів.

ПРН4. Уміти використовувати фундаментальні математичні закономірності в професійній діяльності.

ПРН7. Інтегрувати знання з різних галузей для вирішення теоретичних та/або практичних задач і проблем.

ПРН10. Бути наполегливим у досягненні мети під час вирішення математичної проблеми.

ПРН11. Використовувати раціональні способи пошуку та використання науково-технічної інформації, включаючи засоби електронних інформаційних мереж; застосовувати інформаційні ресурси, у тому числі електронні, для пошуку відповідних математичних моделей.

**5. Організація навчання курсу**

Обсяг курсу – 90 год.

Вид заняття		Загальна кількість годин	
лекції		12	
практичні		18	
самостійна робота		60	
Ознаки курсу			
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний/ вибірковий
II	111 Математика	I (перший)	вибірковий

Тематика навчальної дисципліни

Тема	Форма заняття	кількість год.		
		лекції	практичні	самостійна робота
<b>Тема 1.</b> Вступ. Функція-оригінал та її зображення. Огляд розвитку методів операційного числення. Область існування та аналітичність зображення. Необхідна умова існування зображення. Зображення деяких функцій з використанням властивостей перетворення Лапласа.	Лекція,	1	-	4
<b>Тема 2.</b> Основні властивості перетворення Лапласа. Лінійність та подібність оригіналу. Загаювання та випередження оригіналу. Зміщення зображення.	Лекція,	1	-	4
<b>Тема 3.</b> Властивості перетворення Лапласа. Диференціювання та інтегрування оригіналу (зображення). Диференціювання та інтегрування за параметром.	Лекція,	2	-	4

<b>Тема 4.</b> Зображення оригіналів. Зображення кусково-неперервних, періодичних оригіналів, диференціальних виразів.	Лекція, Практичне заняття	2	1	4
<b>Тема 5.</b> Згортка функцій та її властивості. Згортка оригіналів. Множення та узагальнене множення зображень. Теорема та інтеграл Дюамеля.	Лекція,	2	-	4
<b>Тема 6.</b> Знаходження оригіналів за зображенням (теореми Бореля, Ефроса).	Лекція,	2	-	4
<b>Тема 7.</b> Обернене перетворення Лапласа. Формула Рімана-Мелліна. Достатні умови існування зображення. Множення оригіналів. Теореми розвинення. Відтворення оригіналу за його зображенням.	Лекція, Практичне заняття	2	1	4
<b>Тема 8.</b> Застосування операційного числення. Обчислення невластних інтегралів.	Практичне заняття	-	2	4
<b>Тема 9.</b> Застосування операційного числення. Знаходження невластних інтегралів та інтегрування звичайних диференціальних рівнянь та систем (зі сталими та степеневими коефіцієнтами).	Практичне заняття	-	2	4
<b>Тема 10.</b> Застосування операційного числення. Розв'язування диференціальних рівнянь із загаюванням.	Практичне заняття	-	2	4
<b>Тема 11.</b> Застосування операційного числення. Розв'язування рівнянь з частинними похідними.	Практичне заняття	-	2	4

Тема 12. Застосування операційного числення. Розв'язування інтегральних та інтегро-диференціальних рівнянь та систем.	Практичне заняття	-	2	4
Тема 13. Дискретне перетворення Лапласа. Ґратчасті функції. D-перетворення і обернене D-перетворення. Z-перетворення. Основні властивості D-перетворення.	Практичне заняття	-	2	4
Тема 14. Різницеві рівняння. Інтегрування та диференціювання дискретного зображення. Множення дискретних зображень. Скінченні різниці. Різницеві рівняння. Лінійні різницеві рівняння.	Практичне заняття	-	2	4
Тема 15. Застосування систем комп'ютерної математики до розв'язування задач операційного числення.	Практичне заняття	-	2	4
<b>Всього</b>		<b>12</b>	<b>18</b>	<b>60</b>

#### 6. Система оцінювання курсу

Загальна система оцінювання курсу	<p><b>100 бална</b> – 2 контрольні роботи по 25 балів протягом семестру, домашня контрольна робота – 25 балів та підсумковий тестовий контроль – 25 балів;</p> <p><b>90-100 (відмінно)</b> – студент демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу, достовірний рівень розвитку умінь та навичок, правильне й обґрунтоване формулювання практичних висновків, наводить повний обґрунтований розв'язок прикладів та задач, аналізує причинно-наслідкові зв'язки; вільно володіє науковими термінами;</p> <p><b>70-89 (добре)</b> – студент демонструє повні знання навчального матеріалу, але допускає незначні пропуски фактичного матеріалу, вміє застосувати його до розв'язання конкретних прикладів та задач, у деяких випадках нечітко формулює загалом правильні відповіді, допускає окремі несуттєві помилки та неточності в розв'язках;</p> <p><b>50-69 (задовільно)</b> – студент володіє більшою частиною фактичного матеріалу, але викладає його не досить послідовно і логічно, допускає</p>
-----------------------------------	--

	істотні пропуски у відповідях, не завжди вміє правильно застосувати набуті знання до розв'язання конкретних прикладів та задач, нечітко, а інколи й невірно формулює основні твердження та причинно-наслідкові зв'язки; <b>0-49 (незадовільно)</b> – студент не володіє достатнім рівнем необхідних знань, умінь, навичок, науковими термінами.
Вимоги до письмової роботи	Відповідно до навчального плану, студент виконує дві контрольних роботи та домашню контрольну роботу протягом семестру. Головна їх мета – перевірка самостійної роботи студентів в процесі навчання, виявлення ступеня засвоєння ними теоретичних та практичних положень курсу.
Практичні заняття	Практичні заняття проводяться з метою формування у студентів умінь і навичок з предмету, вирішення сформульованих завдань, їх перевірка та оцінювання. За метою і структурою Практичне заняття є ланцюжком, який пов'язує теоретичне навчання і навчальну практику з дисципліни, а також передбачає попередній контроль знань студентів. За результатами засвоєння теоретичної та практичної частини проводиться тестовий контроль знань.
<b>7. Політика курсу</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– 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);</li> <li>– посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;</li> <li>– надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.</li> </ul> <p>Засвоєння пропущеної теми лекції з поважної причини перевіряється під час складання підсумкового контролю. Пропуск лекції з неповажної причини відпрацьовується студентом відповідно до вимог кафедри, що встановлені на засіданні кафедри (співбесіда, реферат тощо).</p> <p>Пропущені практичні заняття, незалежно від причини пропуску, студент відпрацьовує згідно з графіком консультацій. Поточні негативні оцінки, отримані студентом під час засвоєння відповідної теми на практичному занятті перескладаються викладачеві, який веде заняття до складання підсумкового контролю з обов'язковою відміткою у журналі обліку роботи академічних груп.</p>	



## 8. Рекомендована література

№ з/п	Автор (автори)	Назва	Видавництво, рік
1	Валеев К.Г., Джалладова І.А.	Операційне числення та його застосування	К.: Київ. нац. екон. ун-т, 2003
2	Гой Т.П., Малицька Г.П., Соломко А.В.	Операційне числення: навчальний посібник. Вид. 2-ге, випр. та доп.	Івано-Франківськ: Сімик, 2014
3	Гольдберг А.А., Шеремета М.М. та ін.	Комплексний аналіз	Львів: Афіша, 2002
4	Каленюк П.І., Новіков Л.О. та ін.	Функції комплексної змінної. Перетворення Фур'є та Лапласа	Львів: Вид-во ДУ «Львівська політехніка», 1999
5	Мартиненко М.А., Юрик І.І.	Теорія функцій комплексної змінної. Операційне числення	К.: Слово, 2007
6	Рудавський Ю.К., Костробій П.П. та ін.	Теорія функцій комплексної змінної. Інтегральні перетворення Фур'є і Лапласа	Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2007
7	Schiff J.L.	The Laplace Transform. Theory and Applications	New-York: Springer, 1999

Викладач *Андрій Соломко*, доцент кафедри  
*математичного і функціонального аналізу*