

**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

Освітня програма Математика

Спеціальність 111 Математика

Галузь знань 11 Математика та статистика

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол №__ від __.__.20__ р.

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Загальні і фахові компетентності
5. Програмні результати навчання
6. Організація навчання курсу
7. Система оцінювання курсу
8. Політика курсу
9. Рекомендована література

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Операційне числення
Рівень вищої освіти	Освітній рівень бакалавра, I-й рівень вищої освіти
Викладач (-і)	к.ф.-м.н., доцент Соломко Андрій Васильович
Контактний телефон викладача	тел. моб. 095-82-40-257, тел. роб. 0342-59-61-08
Е-mail викладача	andrii.solomko@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	очний
Обсяг дисципліни	6 кредитів ЄКТС
Посилання на сайт дистанційного навчання	https://d-learn.pro
Консультації	очні консультації: згідно розкладу консультацій
2. Анотація до курсу	
<p>Курс «Операційне числення» є дисципліною з циклу професійної підготовки (вибіркові дисципліни за вибором студента) для спеціальності 111 Математика (освітня програма – Математика) факультету математики та інформатики, за якою вчаться студенти факультету освітнього рівня бакалавра 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 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>	
3. Мета та цілі курсу	
<p>Мета:</p> <ul style="list-style-type: none"> • формування особистості студентів, розвиток їх інтелекту і здатності до логічного і алгоритмічного мислення; • встановлення місця операційного числення серед інших математичних наук та його зв'язку з різним розділами математичного аналізу, теорії комплексної змінної, звичайних диференціальних рівнянь, рівнянь з частинними похідними, функціонального аналізу; • обґрунтування ролі операційного числення як важливого математичного апарату для розв'язування різноманітних прикладних задач механіки, фізики, економіки, інших наук; • теоретичне обґрунтування методів операційного числення. 	

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. Загальні і фахові компетентності

ЗК-1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК-2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК-6. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК-7. Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями

СК-1. Здатність формулювати проблеми математично та в символній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання.

СК-3. 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.

СК-6. Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем.

СК-10. Здатність використовувати обчислювальні інструменти для чисельних і

символьних розрахунків.

5. Програмні результати навчання

PH-3. Знати принципи *modus ponens* (правило виведення логічних висловлювань) та *modus tollens* (доведення від супротивного) і використовувати умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень.

PH-10. 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.

PH-11. Розв'язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; здійснювати базові перетворення математичних моделей.

PH-15. Знати теоретичні основи і застосовувати алгебраїчні методи для вивчення математичних структур.

PH-18. Знати теоретичні основи і застосовувати методи теорії функцій комплексної змінної.

6. Організація навчання курсу

Обсяг курсу – 180 год.

Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	30
практичні	30
самостійна робота	120

Ознаки курсу

Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний/ вибірковий
VII	111 Математика	четвертий	вибірковий

Тематика курсу

Тема, план	Форма заняття	Літера- тура	Завда- ння, год	Вага оцінки	Термін виконання
Тема 1. 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, Практичне заняття	[3], с. 153-168, 176-180 [5], с. 4-20 [7], с. 190-198 [17], с. 5-44	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	0,06	До наступного заняття за розкладом
Тема 2. Основні властивості перетворення Лапласа. Лінійність та подібність оригіналу. Загаювання та випередження оригіналу. Зміщення зображення.	Лекція, Практичне заняття	[3], с. 166-169 [5], с. 21-41 [7], с. 199-207	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	0,06	До наступного заняття за розкладом

<p>Тема 3. Властивості перетворення Лапласа. Диференціювання та інтегрування оригіналу (зображення). Диференціювання та інтегрування за параметром.</p>	<p>Лекція, Практичне заняття</p>	<p>[3], с. 169-175 [4], с. 41-57 [17], с. 50-59</p>	<p>Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття</p>	<p>0,06</p>	<p>До наступного заняття за розкладом</p>
<p>Тема 4. Зображення оригіналів. Зображення кусково-неперервних, періодичних оригіналів, диференціальних виразів.</p>	<p>Лекція, Практичне заняття</p>	<p>[3], с. 169-175 [4], с. 41-57 [17], с. 50-59</p>	<p>Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття</p>	<p>0,06</p>	<p>До наступного заняття за розкладом</p>
<p>Тема 5. Згортка функцій та її властивості. Згортка оригіналів. Множення та узагальнене множення зображень. Теорема та інтегралі Дюамеля.</p>	<p>Лекція, Практичне заняття</p>	<p>[1], с. 219-227 [5], с. 57-75 [17], с. 63-79</p>	<p>Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття</p>	<p>0,06</p>	<p>До наступного заняття за розкладом</p>
<p>Тема 6. Знаходження оригіналів за зображенням (теорема Бореля, Ефроса).</p>	<p>Лекція, Практичне заняття</p>	<p>[1], с. 219-227 [5], с. 57-75 [17], с. 63-79</p>	<p>Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття</p>	<p>0,07</p>	<p>До наступного заняття за розкладом</p>
<p>Тема 7. Обернене перетворення Лапласа. Формула Рімана-Мелліна. Достатні умови існування зображення. Множення оригіналів. Теорема розвинення. Відтворення оригіналу за його зображенням.</p>	<p>Лекція, Практичне заняття</p>	<p>[3], с. 181-189 [5], с. 76-109 [15], с. 227-240 [17], с. 80-86</p>	<p>Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття</p>	<p>0,07</p>	<p>До наступного заняття за розкладом</p>
<p>Контрольна робота №1</p>	<p>Контрольна робота</p>			<p>0,5</p>	<p>Згідно розкладу</p>
<p>Тема 8. Застосування операційного числення. Обчислення невластних інтегралів.</p>	<p>Лекція, Практичне заняття</p>	<p>[3], с. 189-206 [5], с. 110-140 [15], с. 263-285 [17], с. 131-144</p>	<p>Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття</p>	<p>0,07</p>	<p>До наступного заняття за розкладом</p>
<p>Тема 9. Застосування операційного числення. Знаходження невластних інтегралів та інтегрування звичайних диференціальних рівнянь та систем (зі сталими та степеневими коефіцієнтами).</p>	<p>Лекція, Практичне заняття</p>	<p>[3], с. 189-206 [5], с. 110-140 [15], с. 263-285 [17], с. 131-144</p>	<p>Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття</p>	<p>0,07</p>	<p>До наступного заняття за розкладом</p>

Тема 10. Застосування операційного числення. Розв'язування диференціальних рівнянь із загаюванням.	Лекція, Практичне заняття	[5], с. 140-175 [6], с. 171-184 [9], с. 285-297	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	0,07	До наступного заняття за розкладом
Тема 11. Застосування операційного числення. Розв'язування рівнянь з частинними похідними.	Лекція, Практичне заняття	[5], с. 140-175 [6], с. 171-184 [9], с. 285-297	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	0,07	До наступного заняття за розкладом
Тема 12. Застосування операційного числення. Розв'язування інтегральних та інтегро-диференціальних рівнянь та систем.	Лекція, Практичне заняття	[5], с. 140-175 [6], с. 171-184 [9], с. 285-297	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	0,07	До наступного заняття за розкладом
Тема 13. Дискретне перетворення Лапласа. Ґратчасті функції. D-перетворення і обернене D-перетворення. Z-перетворення. Основні властивості D-перетворення.	Лекція, Практичне заняття	[2], с. 6-18 [5], с. 192-215 [6], с. 184-195 [15], с. 289-309	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	0,07	До наступного заняття за розкладом
Тема 14. Різницеві рівняння. Інтегрування та диференціювання дискретного зображення. Множення дискретних зображень. Скінченні різниці. Різницеві рівняння. Лінійні різницеві рівняння.	Лекція, Практичне заняття	[2], с. 19-34 [5], с. 215-223 [15], с. 309-333	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	0,07	До наступного заняття за розкладом
Тема 15. Застосування систем комп'ютерної математики до розв'язування задач операційного числення.	Лекція, Практичне заняття	[4], с. 87-213, [9], [11] ПК, математичні пакети Maple, Mathematica, Mathcad	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	0,07	До наступного заняття за розкладом
Контрольна робота №2	Контрольна робота			0,5	Згідно розкладу

7. Система оцінювання курсу

Загальна система оцінювання курсу	100 бальна – 50 балів протягом семестру та 50 балів за екзамен; “відмінно” – 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,
-----------------------------------	--

	<p>аналізує причинно-наслідкові зв'язки; вільно володіє науковими термінами;</p> <p>“добре” – 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>“задовільно” – студент володіє більшою частиною фактичного матеріалу, але викладає його не досить послідовно і логічно, допускає 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;</p> <p>“незадовільно” – студент не володіє достатнім рівнем необхідних знань, умінь, навичок, науковими термінами.</p>
Вимоги до письмової роботи	Відповідно до навчального плану, студент виконує дві контрольних роботи протягом семестру, які є допуском до складання іспиту. Головна її мета – перевірка самостійної роботи студентів в процесі навчання, виявлення ступеня засвоєння ними теоретичних 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.
Умови допуску до підсумкового контролю	– оцінка за контрольну роботу №1 (25 балів); – оцінка за контрольну роботу №2 (25 балів).
8. Політика курсу	
<ul style="list-style-type: none"> – 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); – посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; – надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації. <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>	

9. Рекомендована література			
№ з/п	Автор (автори)	Назва	Видавництво, рік
Основна література			
1	Араманович И.Г., Лунц Г.Л., Эльсгольц Л.Э.	Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости	М.: Наука, 1968
2	Волченко Ю.М.	Дискретное преобразование Лапласа и его применение	Донецк: ДонИЖТ, 2002
3	Волков И.К., Канатников А.Н.	Интегральные преобразования и операционное исчисление	М.: Изд-во МГУ им. Н.Э. Баумана, 2001
4	Кристаллинский Р.Е., Кристаллинский В.Р.	Преобразования Фурье и Лапласа в системах компьютерной математики	М.: Горячая линия- Телеком, 2006
5	Мартыненко В.С.	Операционное исчисление	К.: Вища школа, 1973
6	Рудаковский Ю.К., Костробій П.П. та ін.	Теорія функцій комплексної змінної. Інтегральні перетворення Фур'є і Лапласа	Львів: Вид-во ДУ «Львівська політехніка», 1999
7	Эйдерман В.Я.	Основы теории функций комплексного переменного и операционного исчисления.	М.: Физматлит, 2002
Додаткова література			
8	Боярчук А.К., Головач Г.П.	Дифференциальные уравнения в примерах и задачах	М.: Эдиториал, 2001
9	Говорухин В., Цибулин В.	Компьютер в математическом исследовании	СПб.: Питер, 2001
10	Диткин В.А., Прудников А.П.	Интегральные преобразования и операционное исчисление	М.: ГИФМЛ, 1961.
11	Дьяконов В.П.	Maple 9.5/10 в математике, физике и образовании	М.: СОЛОН- Пресс, 2006.
12	Диткин В.А., Прудников А.П.	Операционное исчисление	М.: Наука, 1975.
13	Краснов М.Л., Киселев А.И., Макаренко Г.И.	Операционное исчисление. Теория устойчивости. Задачи и примеры с подробными решениями	М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2009
14	Пантелеев А.В., Якимова А.С.	Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление в примерах и задачах	М.: Высшая школа, 2001
15	Свешников А.Г., Тихонов А.Н.	Теория функций комплексной переменной	М.: Физматлит, 2005
16	Шелковников Ф.А., Такайшвили К.Г.	Сборник упражнений по операционному исчислению.	М.: Высшая школа, 1976.
17	Штокало З.И.	Операционное исчисление (обобщения и приложение)	К.: Наукова думка, 1972.

Викладач _____ Соломко А.В.