



# АЛГОРИТМИ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>11 Математика та статистика</i>
Спеціальність	<i>111 Математика</i>
Освітня програма	<i>Математика</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>II курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЕКТС / 120 годин. З них 54 години – аудиторні (36 – лекції, 18 – практичні), 66 годин - СРС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>іспит</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Професор кафедри математичного аналізу та теорії ймовірностей, д.ф.-м.н., професор Іванов Олександр Володимирович</i>
Розміщення курсу	

## Програма навчальної дисципліни

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

<b>Цілі дисципліни</b>	<p>Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- до необхідної інтуїції та ерудиції у питаннях застосування математики, виховання у аспірантів прикладної математичної культури;</li> <li>- використовувати методи лінійної алгебри, математичного аналізу, теорії ймовірностей у задачах мікроекономіки;</li> <li>- уміння аналізувати одержані результати, здатності до узагальнення, постановки цілі та вибору шляхів її розв'язання, володіння культурою мислення;</li> <li>- самостійно використовувати і вивчати літературу з математики та мікроекономіки, здатності до розвитку гнучкості мислення, творчої самостійності та дій.</li> </ul>
<b>Предмет навчальної дисципліни</b>	<p>Застосування перетворень Фур'є поза математикою та у математиці, дискретне перетворення Фур'є, аналоги перетворень Фур'є</p>
<b>Компетентності</b>	<p>ЗК1: Здатність проводити критичний аналіз, оцінку і синтез нових та складних ідей  ЗК3: Здатність креативно (творчо) мислити, розробляти та реалізовувати проекти, включаючи власні дослідження  ЗК5: Здатність використовувати у професійній діяльності базові загальні знання з різних наук  ФК1: Здатність самостійно виконувати науково-дослідну діяльність у галузі математики та статистики з використанням сучасних теорій, методів та інформаційно-комунікаційних технологій і дотриманням належної академічної доброчесності  ФК2: Здатність адаптувати і узагальнювати результати сучасних досліджень в галузі математики та статистики для вирішення наукових і практичних проблем  ФК3: Здатність проводити теоретичні й експериментальні дослідження, математичне й комп'ютерне моделювання для перевірки математичних гіпотез та отримання результатів  ФК4: Здатність до оцінки адекватності математичної моделі об'єкту за допомогою аналітичного дослідження та імітаційного моделювання;</p>
<b>Програмні результати навчання</b>	<p>РН1 Знати сучасні тенденції, напрямки, наукові концепції та закономірності розвитку світової та вітчизняної науки, основні математичні та статистичні наукові школи, їх теоретичні та прикладні розробки  РН2 Володіти найбільш передовими концептуальними та методологічними знаннями в галузі науково-дослідної та професійної діяльності і на межі предметних галузей  РН12 Уміти формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані</p>

	<p>PH13 Уміти організовувати і проводити науково-дослідну, інноваційну та освітню діяльність в обраній науковій спеціальності – математиці та статистиці</p> <p>PH14 Уміти розв’язувати теоретичні та прикладні математичні проблеми з використанням базових знань математики та статистики та базових загальних знань з різних природничих та соціальних наук</p> <p>PH17 Уміти адаптувати, інтерпретувати та узагальнювати результати сучасних математичних та статистичних досліджень для розв’язання теоретичних та прикладних проблем</p>
--	--

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

Освітній компонент “*Алгоритми та застосування інтегральних перетворень*” є одним із завершальних курсів професійної підготовки докторів філософії спеціальності “Математика”.

Дисципліні передують вивчення курсу «*Перетворення Фур’є та характеристичні функції*» (ПОЗ) та «*Філософські засади наукової діяльності*» (ЗО 1) і передують вивченню «*Організації науково-інноваційної діяльності*» (ПО 1).

## 3. Зміст навчальної дисципліни

*Кредитний модуль включає наступні теми*

### Розділ 1. Перетворення Фур’є поза математикою

Тема 1.1. Обробка аудіо сигналів

Тема 1.2. Розпізнавання та класифікація зображень

Тема 1.3. Розробка та аналіз систем керування та зв’язку

### Розділ 2. Перетворення Фур’є у математиці

Тема 2.1. Математична статистика

Тема 2.2. Розв’язання систем лінійних рівнянь великої розмірності

Тема 2.3. Чебишовська апроксимація

Тема 2.4. Розв’язання різницевого рівнянь

### Розділ 3. Дискретне перетворення Фур’є

Тема 3.1. Ряди Фур’є та основні властивості перетворення Фур’є

Тема 3.2. Дискретний ряд Фур’є та дискретне перетворення Фур’є

Тема 3.3. Алгоритм швидкого перетворення Фур’є

Тема 3.4. Алгоритм Рейдера — Бреннера швидкого перетворення Фур’є

Тема 3.5. Швидке перетворення Фур’є з простими дільниками

Тема 3.6. Алгоритм Винограда швидкого перетворення Фур’є

### Розділ 4. Аналоги перетворень Фур’є

Тема 4.1. Швидке перетворення Мерсенна

Тема 4.2. Швидке перетворення Ферма

Тема 4.3. Швидке перетворення Хартлі

Тема 4.4. Швидке перетворення Уолша та Хаара

Тема 4.5. Вейвлети

Заплановано **практичні заняття** для поглибленого вивчення окремих розділів курсу. На практичних заняттях аспіранти навчаються розв’язувати задачі з відповідних тем курсу.

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

1. R. E. Bracewell. *Fast Fourier transform and its applications, third edition, McGraw Hill, Boston, 2000, XXI+416 pp.*
2. B.G. Osgood. *Lectures on the Fourier transform and its applications, AMS, 2010, 713pp.*
3. A.E. Zonst. *Understanding the FFT, second edition, Citrus Press, Titusville, Florida, 2003, 280 pp.*
4. K.R. Rao, D.N. Kim, J.J. Hwang. *Fast Fourier Transform: Algorithms and Applications, Springer, 2010, 443pp.*
5. Ю.В. Козаченко. *Лекції з вейвлет аналізу, ТВіМС, 2004, 147стор.*
6. E. Chu, A. George. *Inside the FFT black box, CRC Press, Boca Raton, 2000, XVI+306 pp.*
7. U. Cherubini, G. Della Lunga, S. Mulinacci, P. Rossi. *Fourier Transform Methods in Finance, Wiley, 2010, 258pp.*

#### Навчальний контент

#### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних матеріалів, посилання на літературу)
1.1	Обробка аудіо сигналів <i>Рекомендована література: [3], частина II</i>
1.2.	Розпізнавання та класифікація зображень <i>Рекомендована література: [3], частина V</i>
1.3.	Розробка та аналіз систем керування та зв'язку <i>Рекомендована література: [2], розділ 2.4</i>
2.1.	Математична статистика <i>Рекомендована література: [1], глава 16</i>
2.2.	Розв'язання систем лінійних рівнянь великої розмірності <i>Рекомендована література: [6], розділ 16.5</i>
2.3.	Чебишовська апроксимація <i>Рекомендована література: [6], розділ 16.9</i>
2.4.	Розв'язання різницевих рівнянь <i>Рекомендована література: [6], розділ 16.10</i>
3.1.	Ряди Фур'є та основні властивості перетворення Фур'є <i>Рекомендована література: [2], розділ 2.2</i>
3.2.	Дискретний ряд Фур'є та дискретне перетворення Фур'є <i>Рекомендована література: [2], розділ 3.4</i>
3.3.	Алгоритм швидкого перетворення Фур'є <i>Рекомендована література: [4], розділ 4.2</i>
3.4.	Алгоритм Рейдера — Бреннера швидкого перетворення Фур'є <i>Рекомендована література: [4], розділ 4.3</i>
3.5	Швидке перетворення Фур'є з простими дільниками <i>Рекомендована література: [4], розділ 5.3</i>
3.6.	Алгоритм Винограда швидкого перетворення Фур'є <i>Рекомендована література: [4], розділ 5.4</i>
4.1.	Швидке перетворення Мерсенна <i>Рекомендована література: [4], розділ 8.2</i>
4.2.	Швидке перетворення Ферма

	<i>Рекомендована література: [4], розділ 8.3</i>
4.3.	Швидке перетворення Хартлі <i>Рекомендована література: [1], глава 12</i>
4.4.	Швидке перетворення Уолша та Хаара <i>Рекомендована література: [2], розділ 4.2</i>
4.5.	Вейвлети <i>Рекомендована література: [5], глави 2, 3</i>

## 5. Практичні заняття.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.1-1.3	<i>Перетворення Фур'є поза математикою</i> Завдання СРС: [7], розділ 7, стор. 129-152.
2.1-2.4	<i>Перетворення Фур'є у математиці</i> Завдання СРС: [1], стор 22-23, 49-54, 99-104, 130-135
3.1-3.6	<i>Дискретне перетворення Фур'є</i> Завдання СРС: [4], стор. 108-109, 121-122, 130-131, 146-147, 169-170, 196-197
4.1-4.5	<i>Аналоги перетворень Фур'є</i> Завдання СРС: [1], стор. 149-150, 191-196, 211-218, 248-257, 289-292

## 6. Самостійна робота студента/аспіранта

Вивчення дисципліни включає наступні види самостійної роботи:

- підготовка до лекційних та практичних занять
- виконання розрахунково-графічної роботи,
- виконання модульної контрольної роботи.
- підготовка до МКР та екзамену

## 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  
Аспіранту 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 та до іспиту.

#### 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)

На першому занятті здобувачі ознайомлюються із рейтинговою системою оцінювання (PCO) дисципліни, яка побудована на основі Положення про систему оцінювання результатів навчання [https://document.kpi.ua/files/2020\\_1-273.pdf](https://document.kpi.ua/files/2020_1-273.pdf)

Зокрема, рейтинг здобувача з освітнього компонента формується як сума балів поточної успішності навчання – стартового рейтингу (максимально 50 балів) та екзаменаційних балів (максимально 50 балів).

Поточний контроль: фронтальний (усний\письмовий), МКР; індивідуальне завдання.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог си́лабусу результати якого відображаються в системі Електронний кампус <https://campus.kpi.ua>.

Рейтингова система оцінювання включає всі види тестування: контрольні роботи, виконання індивідуального завдання, відповідь на екзамені. Кожний здобувач отримує свій підсумковий рейтинг по дисципліні.

Рейтинг здобувача з кредитного модуля складається з балів, які він отримує за:

- роботу на практичних заняттях
- написання модульної контрольної роботи;
- виконання індивідуального завдання (РГР);
- відповіді на екзамені (письмової екзаменаційної роботи).

Відповіді під час практичних занять

Ваговий бал 1 (може бути відкорегований в залежності від кількості запланованих занять)

- якщо задача повністю розв'язана, то здобувач отримує максимальну кількість запланованих балів;
- якщо відповідь правильна, але у розв'язку є неточності, то здобувач отримує 0,5 запланованих балів;
- якщо незадовільна відповідь, метод розв'язування задачі неправильний – 0 балів;

Максимальний бал 10.

Модульна контрольна робота

Ваговий бал 20

Критерії оцінювання

- повна відповідь на всі завдання (більше 90% матеріалу) 18 – 20 балів;
- неповна відповідь на завдання (від 50 до 90% матеріалу) - 10 – 17 балів;
- відповідь містить менше 50 % необхідної інформації – 0-9 балів;

Максимальний бал 20

Індивідуальне завдання (Розрахунково-графічна робота)

Ваговий бал 20

Критерії оцінювання

- повна відповідь на всі завдання (більше 90% матеріалу) 18 – 20 балів;
- неповна відповідь на завдання (від 50 до 90% матеріалу) - 10 – 17 балів;
- відповідь містить менше 50 % необхідної інформації – 0-9 балів;

Виконання РГР може бути замінено на підготовку тез на наукову конференцію.

Максимальний бал 20

Умови допуску до екзамену.

Умовою допуску до екзамену є стартовий рейтинг не менше 30 балів. Здобувач, який в кінці навчального семестру мають менше балів до екзамену не допускаються і повинні виконати додаткові завдання до першого перскладання.

**Форма семестрового контролю – іспит**

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних запитання (завдання) і одне практичне. Кожне теоретичне запитання (завдання) оцінюється у 15 балів, а практичне у 20 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 14-15; 18-20 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 11-13; 16-17 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 9-10; 10-15 балів
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

**Сума стартових балів та балів за екзамен переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:**

100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Стартовий рейтинг менше 30 балів	Не допущено

**У випадку дистанційної форми навчання у РСО відбуваються наступні зміни:**

- Контрольні заходи проводяться дистанційно із застосуванням електронної пошти, Telegram, Zoom та освітньої платформи Moodle, зокрема у вигляді тестових контрольних робіт.
- Максимальну суму вагових балів контрольних заходів протягом семестру  $R_C$  встановлюється на рівні 50 балів.
- Допусковий бал до екзамену  $R_D$  встановлюється на рівні 30 балів.
- Сума балів  $R_I$ , набрана протягом семестру згідно затвердженого РСО, повідомляється на останньому практичному занятті.
- У разі не отримання студентом допускового балу, йому надається можливість підвищити  $R_I$  шляхом проведення додаткових контрольних заходів до допускового
- Рівень набуття передбачених навчальною програмою компетентностей визначається на підставі проведених заходів поточного контролю.
- Екзаменаційна оцінка може бути виставлена «автоматом» за формулою шляхом перерахунку стартових балів за 100-бальною шкалою:

$$R = 60 + \frac{40(R_I - R_D)}{R_C - R_D}$$

Переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею

100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** завідувачем кафедри МА та ТЙ, д.ф.-м.н., професором Клесовим О.І., професором кафедри МА та ТЙ, д.ф.-м.н., професором Івановим О.В.

**Ухвалено** кафедрою МА та ТЙ (протокол № 13 від 11.06.2024 р.)

**Погоджено** Методичною комісією ФМФ (протокол № 10 від 25.06.2024 р.)