

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

Кафедра інформаційних технологій та комп'ютерної фізики



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор навчально-наукового інституту
фізико-технічних та комп'ютерних наук

Олег АНГЕЛЬСЬКИЙ
31 серпня 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

ПРИКЛАДНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ВЕЙВЛЕТ АНАЛІЗУ У ФІЗИЦІ

вибіркова

Освітньо-професійна програма «Інформаційні системи та технології»

Спеціальність 126 Інформаційні системи та технології

Галузь знань 12 Інформаційні технології

Рівень вищої освіти перший бакалаврський

Мова навчання українська


Чернівці 2023 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «ПРИКЛАДНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ВЕЙВЛЕТ АНАЛІЗУ У ФІЗИЦІ» складена відповідно до освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти «Інформаційні системи та технології» за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології галузі знань 12 Інформаційні технології, затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (Протокол № 7 від «31» серпня 2020 року).

Розробник: : Баловсяк Сергій Васильович, доцент кафедри КСМ, доцент кафедри інформаційних технологій та комп'ютерної фізики (за сумісництвом), доктор технічних наук

Погоджено з гарантом ОПП і затверджено на засіданні кафедри інформаційних технологій та комп'ютерної фізики

Протокол № 1 від “28” серпня 2023 року

Завідувачка кафедри ІТКФ  Борча М.Д.

Схвалено методичною радою навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук

Протокол № 1 від “29” серпня 2023 року

Голова методичної ради ННІФТКН  Струк Я.М.

1. Мета навчальної дисципліни.

Курс «Прикладне застосування вейвлет аналізу у фізиці» призначений для розширення компетентностей випускників спеціальності 126 - Інформаційні системи та технології в галузі прикладного застосування комп'ютерних систем цифрової обробки зображень у наукових дослідженнях та на виробництві. Введення курсу в навчальний план дозволяє надати студентам додаткові знання та практичні навички, які вони зможуть застосовувати як при подальшому навчанні, так і в майбутній професійній діяльності.

Мета навчальної дисципліни: формування необхідного рівня теоретичної і практичної підготовки студентів для ефективного використання ними знань про принципи прикладного застосування вейвлет аналізу у фізиці, що є необхідним при вивченні суміжних дисциплін та у майбутній професійній діяльності, де потребуються теоретичні знання і практичні навички з застосування цифрової обробки сигналів. Перевага вибіркової дисципліни полягає в тому, що в процесі її вивчення у студентів на основі отриманих теоретичних знань формуються уміння виконувати вейвлет-аналіз сигналів різної фізичної природи при вирішенні прикладних завдань.

Завдання – надати студентам систематизовані знання про принципи вейвлет-аналізу сигналів різної фізичної природи, неперервні та дискретні вейвлет-перетворення, особливості прямого і зворотного вейвлет-перетворення, основні сімейства неперервних і дискретних вейвлетів, діадне вейвлет-перетворення, швидке вейвлет-перетворення, особливості двовимірних вейвлетів.

Для коректного розуміння і засвоєння матеріалу даного курсу слухачі повинні попередньо пройти курси: вища математика, теорія алгоритмів та програмування, інтелектуальний аналіз даних. Доцільно також мати певні уявлення з комп'ютерної графіки. Результати навчання за цим курсом потрібні при вивченні дисципліни «Теорія прийняття рішень» та виконанні дипломного проекту.

2. Результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: принципи і послідовність вейвлет-аналізу сигналів різної фізичної природи, основні сімейства неперервних і дискретних вейвлетів, теоретичні основи прямого і зворотного швидкого вейвлет-перетворення, неперервного і дискретного вейвлет-перетворення, відмінності вейвлет та Фур'є перетворень, принципи діадного вейвлет-перетворення.

вміти: виконувати пряме і зворотне вейвлет перетворення одновимірних і двовимірних сигналів різної фізичної природи із використанням неперервних і дискретних вейвлетів, виконувати вейвлет-аналіз засобами системи Matlab та бібліотеки PyWavelets на мові Python, застосовувати вейвлет перетворення для видалення шумів та аналізу електронно-дифракційних зображень, зображень скануючої зондової мікроскопії, а також X-променевих сигналів.

Набути компетентностей:

КЗ - загальних

КЗ2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

КЗ3. Здатність до розуміння предметної області та професійної діяльності.

КС5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

КС – спеціальних (фахових)

КС 2. Здатність застосовувати стандарти в області інформаційних систем та технологій при розробці функціональних профілів, побудові та інтеграції систем, продуктів, сервісів і елементів інфраструктури організації.

КС 3. Здатність до проектування, розробки, налагодження та вдосконалення системного, комунікаційного та програмноапаратного забезпечення інформаційних систем та технологій, Інтернету речей (IoT), комп'ютерно-інтегрованих систем та системної мережної структури, управління ними.

КС 4. Здатність проектувати, розробляти та використовувати засоби реалізації інформаційних систем, технологій та інфокомунікацій (методичні, інформаційні, алгоритмічні, технічні, програмні та інші).

КС 6. Здатність використовувати сучасні інформаційні системи та технології (виробничі, підтримки прийняття рішень, інтелектуального аналізу даних та інші), методики й техніки кібербезпеки під час виконання функціональних завдань та обов'язків.

ПРН - програмних результатів навчання

ПРН 2. Застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.

ПРН 3. Використовувати базові знання інформатики й сучасних інформаційних систем та технологій, навички програмування, технології безпечної роботи в комп'ютерних мережах, методи створення баз даних та інтернет-ресурсів, технології розроблення алгоритмів і комп'ютерних програм мовами високого рівня із застосуванням об'єктно-орієнтованого програмування для розв'язання задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.

ПРН 6. Демонструвати знання сучасного рівня технологій інформаційних систем, практичні навички програмування та використання прикладних і спеціалізованих комп'ютерних систем та середовищ з метою їх запровадження у професійній діяльності.

ПРН 7. Обґрунтовувати вибір технічної структури та розробляти відповідне програмне забезпечення, що входить до складу інформаційних систем та технологій.

3. Опис навчальної дисципліни

3.1. Загальна інформація

Назва навчальної дисципліни <i>Прикладне застосування вейвлет аналізу у фізиці</i>												
Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість			Кількість годин					Вид підсумкового контролю	
			кредитів	годин	змістових модулів	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота		індивідуальні завдання
Денна	4	7	3	90	2	30	-	-	15	45	-	екзамен

3.2. Структура змісту карта навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усьог о	у тому числі					усьо го	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Неперервні вейвлет-перетворення												
Тема 1. Неперервні вейвлет-перетворення	6	2	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-
Тема 2. Приклади материнських вейвлетів	6	2	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-
Тема 3. Пряме та обернене неперервне вейвлет-перетворення	12	4	-	2	-	6	-	-	-	-	-	-
Тема 4. Приклади неперервних вейвлет-перетворень	6	2	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-
Тема 5. Порівняння вейвлет та Фур'є перетворень	6	2	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-
Тема 6. Діадне вейвлет-перетворення	6	2	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 1	42	14	-	7	-	21	-	-	-	-	-	-
Змістовий модуль 2. Дискретні вейвлет-перетворення												
Тема 7. Дискретне вейвлет-перетворення	6	2	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-
Тема 8. Швидке вейвлет-перетворення	6	2	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-
Тема 9. Частотний підхід до вейвлет-перетворення	6	2	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-
Тема 10. Видалення шумів і компресія сигналів	6	2	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-
Тема 11. Двовимірні вейвлети	6	2	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-
Тема 12. Вейвлет-обробка електронно-дифракційних зображень	6	2	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-
Тема 13. Вейвлет-обробка зображень скануючої зондової мікроскопії	6	2	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-
Тема 14. Вейвлет-обробка Х-променевих зображень	6	2	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 2	48	16	-	8	-	24	-	-	-	-	-	-
Усього годин	90	30	-	15	0	45	-	-	-	-	-	-

3.3. Теми лабораторних занять

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Дослідження сімейств вейвлетів засобами хмарної платформи Google Colab	4
2.	Неперервне вейвлет-перетворення одновимірних сигналів	4
3.	Дискретне вейвлет-перетворення одновимірних сигналів	4
4.	Дискретне вейвлет-перетворення цифрових зображень	3
	Всього	15

3.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Неперервні вейвлет-перетворення профілів зображень	5
2	Дискретні вейвлет-перетворення профілів зображень	10
3	Особливості вейвлет-обробки X-променевих кривих повного зовнішнього відбивання	10
4	Особливості вейвлет-обробки X-променевих кривих гойдання	10
5	Особливості вейвлет-обробки зображень магніто-силової мікроскопії	5
6	Реалізація двовимірного вейвлет-перетворень засобами Python із використанням бібліотеки PyWavelets	5
	Всього	45

4. Форми і методи навчання

Форми навчання – це проблемні й оглядові лекції, лабораторні заняття, заняття із застосуванням комп'ютерної та телекомунікаційної техніки, інтерактивні заняття з навчанням одних студентів іншими, інтегровані заняття, проблемні заняття, відеолекції, відеозаняття і відеоконференції засобами Google Meet, Zoom, Cisco Webex, заняття з використанням системи електронного навчання Moodle.

Методи: проблемний виклад матеріалу, частково-пошукові та дослідницькі лабораторні практикуми, презентації, консультації і дискусії, робота в інтернет-класі: електронні лекції, лабораторні роботи, дистанційні консультації та ін., спрямовані на активізацію і стимулювання навчально-пізнавальної діяльності студентів.

Підходи до навчання: використовуються студентоцентрований, проблемно-орієнтований, діяльнісний, комунікативний, професійно-орієнтований, міждисциплінарний підходи.

Реалізація навчального процесу здійснюється під час лекційних, лабораторних занять, самостійної позааудиторної роботи з використанням сучасних інформаційних технологій навчання, консультацій з викладачами.

Для **формувань уміння та навичок** застосовуються такі **методи навчання**:

- вербальні/словесні (*лекція, пояснення, розповідь, бесіда, інструктаж*);
- наочні (*спостереження, ілюстрація, демонстрація*);
- практичні (*проведення експерименту, практики*);
- пояснювально-ілюстративний або інформаційно-рецептивний, який передбачає пред'явлення готової інформації викладачем та її засвоєння студентами;
- репродуктивний (*виконання лабораторних завдань за зразком*);
- метод проблемного викладу матеріалу на лекційних заняттях.

Технічне й програмне забезпечення/обладнання.

Комп'ютери в комп'ютерних класах 8 к. ЧНУ кафедри КСМ та в комп'ютерних класах 9 к. ЧНУ кафедри ІТтаКФ з наступною конфігурацією:

- Motherboard Asus Prime H310M-A R2.0
- CPU Intel Pentium Gold G5400 (BX80684G5400) s1151 BOX
- SSD Apacer AS350 Panther 240GB 2.5" SATAIII TLC (AP240GAS350-1)
- Memory HyperX DDR4-2400 8192MB PC4-19200 Fury Black (HX424C15FB2/8)
- Case GameMax ET-207 400 Вт
- Keyboard Defender Element HB-520 PS/2 Black (45520)
- Mouse 2E MF107 USB Black (2E-MF107UB)
- Monitor 21.5" Philips.

Програмне забезпечення: ліцензійні пакети Windows 10, MS Office software 79P-05726 OfficeProPlus 2019 UKR OLP NL Acdmc Non-specific No Level (Word, Excel, Power Point, Access); хмарний сервіс Google Colab.

5. Система контролю та оцінювання

5.1. Розподіл максимально можливої кількості балів, які отримують студенти за виконання всіх видів навчальної діяльності

Змістовий модуль 1. Неперервні вейвлет-перетворення

- T1. Неперервні вейвлет-перетворення (виконання лабораторної роботи № 1 – 2 бали).
- T2. Приклади материнських вейвлетів (виконання лабораторної роботи № 1 – 4 бали).
- T3. Пряме та обернене неперервне вейвлет-перетворення (виконання лабораторної роботи № 1 – 4 бали).
- T4. Приклади неперервних вейвлет-перетворень (виконання лабораторної роботи № 2 – 2 бали).
- T5. Порівняння вейвлет та Фур'є перетворень (виконання лабораторної роботи № 2 – 4 бали).
- T6. Діадне вейвлет-перетворення (виконання лабораторної роботи № 2 – 4 бали).
- M1. Модульна контрольна робота № 1 – 10 балів.

Змістовий модуль 2. Дискретні вейвлет-перетворення

- T7. Дискретне вейвлет-перетворення (виконання лабораторної роботи № 3 – 2 бали).

- T8. Швидке вейвлет-перетворення (виконання лабораторної роботи № 3 – 2 бали).
 T9. Частотний підхід до вейвлет-перетворення (виконання лабораторної роботи № 3 – 2 бали)
 T10. Видалення шумів і компресія сигналів (виконання лабораторної роботи № 3 – 4 бали)
 T11. Двовимірні вейвлети (виконання лабораторної роботи № 4 – 2 бали)
 T12. Вейвлет-обробка електронно-дифракційних зображень (виконання лабораторної роботи № 4 – 2 бали)
 T13. Вейвлет-обробка зображень скануючої зондової мікроскопії (виконання лабораторної роботи № 4 – 2 бали)
 T14. Вейвлет-обробка X-променевих зображень (виконання лабораторної роботи № 4 – 4 бали)
 M2. Модульна контрольна робота № 2 – 10 балів

5.2. Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
80 – 89	B	добре	
70 – 79	C		
60 – 69	D	задовільно	
50 – 59	E		
35 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

5.3. Засоби оцінювання

Засобами оцінювання результатів навчання студента є: завдання для виконання лабораторних робіт, а також модульні контрольні роботи.

5.4. Форми поточного та підсумкового контролю

Формами поточного контролю рівня знань є усна та письмова відповідь студента при захисті виконаних лабораторних робіт, а також письмова відповідь при написанні модульних контрольних робіт.

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)																Підсумковий контроль (іспит)	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 1							Змістовий модуль 2										
T1	T2	T3	T4	T5	T6	M1	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	M2		
2	4	4	2	4	4	10	2	2	2	4	2	2	2	4	10	40	100

Формами підсумкового контролю рівня знань є усна та письмова відповідь студента при здачі екзамену.

5.5. Перелік питань до підсумкового модуль-контролю (іспиту)

1. Яка основна відмінність вейвлет-аналізу сигналів від Фур'є аналізу?
2. Що означає поняття "вейвлет"?
3. Які функції називаються ортонормованими?
4. Узагальнений ряд Фур'є.
5. Неперервне вейвлет-перетворення одновимірного сигналу.
6. Локалізація вейвлетів у часовій та частотній областях.
7. Головні ознаки вейвлету.
8. Використання вейвлетів для обробки нестационарних сигналів у фізиці.
9. Вейвлети на основі похідних функції Гауса.
10. Гаусові вейвлети 1 та 2 порядку.
11. Дійсні неперервні базиси вейвлетів.
12. Дійсні дискретні базиси вейвлетів.
13. Комплексні базиси вейвлетів.
14. Пряме неперервне вейвлет-перетворення.
15. Обернене неперервне вейвлет-перетворення.
16. Масштабування і зсув материнського вейвлету.
17. Властивості вейвлет-аналізу.
18. Аналіз сигналу за допомогою вейвлету "Мексиканський капелюх" (Сомбреро).
19. Вейвлет аналіз у системі Matlab.
20. Неперервне вейвлет-перетворення гармонічних сигналів.
21. Порівняння вейвлет та Фур'є перетворень.
22. Віконне перетворення Фур'є.
23. Пряме і зворотне діадне вейвлет-перетворення неперервних сигналів.
24. Пряме дискретне вейвлет-перетворення одновимірних сигналів.
25. Зворотне дискретне вейвлет-перетворення одновимірних сигналів.
26. Швидке вейвлет-перетворення одновимірних сигналів.
27. Послідовність обчислення коефіцієнтів при швидкому вейвлет-перетворенні одновимірних сигналів.
28. Частотний підхід до вейвлет-перетворення.
29. Декомпозиція та синтез сигналу за допомогою вейвлет-перетворення.
30. Видалення шумів і компресія сигналів за допомогою вейвлет-перетворень.
31. Вибір порогу при видаленні шумів за допомогою вейвлет-перетворень.
32. Двовимірні вейвлети.
33. Двовимірне пряме та зворотне вейвлет-перетворення.

34. Реалізація двовимірного прямого та зворотного вейвлет-перетворення засобами Matlab.
35. Реалізація двовимірного прямого та зворотного вейвлет-перетворення засобами Python із використанням бібліотеки PyWavelets.
36. Вейвлет-обробка електронно-дифракційних зображень.
37. Вейвлет-обробка зображень скануючої зондової мікроскопії.
38. Вейвлет-обробка X-променевих зображень та кривих.

5.6. Політика дисципліни

Визначається системою вимог викладача щодо рівня знань і засвоєння матеріалу студентом при вивченні дисципліни, та ґрунтується на засадах академічної доброчесності з урахуванням норм законодавства України щодо академічної доброчесності та Статуту, положень Університету, й інших нормативних документів, які регламентують організацію освітнього процесу при вивченні дисципліни.

Вимоги стосуються заохочень і нарахування додаткових балів за активну участь у дискусіях щодо аналізу і обговорення тематичного матеріалу на лекціях і лабораторних заняттях, ґрунтовної підготовки до занять, відсутності пропусків без поважних причин, виявлення поглиблених знань під час захисту звітів з лабораторного практикуму і модульного контролю.

6. Рекомендована література

Базова (основна)

1. Білинський Й. Й. Методи обробки зображень в комп'ютеризованих оптико-електронних системах : монографія / Й. Й. Білинський – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 272 с.
2. Мельник Р.А. Алгоритми та методи опрацювання зображень: навч. посіб. / Р.А. Мельник; Нац. ун-т "Львів. політехніка". – Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2017. – 217 с.
3. Рибальченко М.О. Цифрова обробка сигналів. Навчальний посібник / М.О. Рибальченко, О.П. Єгоров, В.Б. Зворикін. – Дніпро: НМетАУ, 2018. – 79 с. – https://nmetau.edu.ua/file/navchalniy_posibnik_tsos.pdf
4. Gonzalez R. Digital image processing / R. Gonzalez, R. Woods. – 4th edidion, Pearson/Prentice Hall, NY, 2018. – 1192 p.
5. Intelligent Imaging and Analysis / Ed. DaeEun Kim, Dosik Hwang. – Switzerland, Basel: MDPI, 2020. – 492 p. URL: <https://mdpi.com/books/pdfview/book/2059>. DOI: 10.3390/books978-3-03921-921-6.

Допоміжна

6. Addison P.S. The Illustrated Wavelet Transform Handbook. Introductory Theory and Applications in Science, Engineering, Medicine and Finance. – USA: Taylor & Francis Group, 2017. – 465 p.
7. Baleanu D. Advances in wavelet theory and their applications in engineering, physics and technology / D. Baleanu. – InTech, 2012. – 646 p.
8. Bovik A.L. The Essential Guide to Image Processing / A. L. Bovik. – Elsevier Inc., 2009. – 853 p.
9. Nickolas P. Wavelets: a student guide / P. Nickolas. – UK: Cambridge University Press,

2017. – 275 p.

10. Ryan O. Linear Algebra, Signal Processing, and Wavelets – A Unified Approach. Python Version / O. Ryan. – Switzerland: Springer Nature, 2019. – 386 p.
11. Капшій О.В. Вейвлет-перетворення у компресії та попередній обробці зображень / О. В. Капшій, О. І. Коваль, Б. П. Русин; Нац. акад. наук України, Фіз.-мех. ін-т ім. Г. В. Карпенка. – Львів : Сполом, 2008. – 206 с.
12. Основи програмування. Python. Частина 1: підручник / А. В. Яковенко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 195 с. –<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/25111>

7. Інформаційні ресурси

1. http://ptcsi.chnu.edu.ua/cafedra_page/%d0%be%d1%81%d0%b2%d1%96%d1%82%d0%bd%d1%96-%d0%bf%d1%80%d0%be%d0%b3%d1%80%d0%b0%d0%bc%d0%b8-4/
2. <https://colab.research.google.com>.
3. <https://csn.chnu.edu.ua/sylabusy-navchalnyh-dystsyplin-dlya-inshyh-osvitnih-program/>
4. <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=2632>