

## І СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<b>1. Загальна інформація про навчальну дисципліну</b>	
Повна назва навчальної дисципліни	Вейвлет-аналіз
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Факультет електроніки та інформаційних технологій, кафедра прикладної математики та моделювання складних систем
Розробник(и)	Лисенко Олександр Володимирович, д-р фіз.-мат. наук, професор
Рівень вищої освіти	другий рівень вищої освіти, НРК – 7 рівень, QF-LLL – 7 рівень, FQ-EHEA – другий цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	8 тижнів протягом 3-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг дисципліни становить 5 кред. ЄКТС, 150 год., з яких 32 год. становить контактна робота з викладачем (16 год. лекцій, 16 практичних занять)
Мова(и) викладання	Українська
<b>2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі</b>	
Статус дисципліни	Вибіркова навчальна дисципліна для освітньої програми «Наука про дані та моделювання складних систем»
Передумови для вивчення дисципліни	Необхідні знання з: математичного аналізу, лінійної алгебри, функціонального аналізу
Додаткові умови	Відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні

### 3. Мета навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є досягнення студентами сучасного фундаментального мислення та системи спеціальних знань у галузі вейвлет-аналізу та здатності їх використовувати для обробки та аналізу сигналів різного типу

### 4. Зміст навчальної дисципліни

#### Тема 1 Фур'є-аналіз

Ряди Фур'є. Перетворення Фур'є. Властивості перетворення Фур'є. Віконне перетворення Фур'є. Перетворення Фур'є оцифрованого сигналу. Теорема Котельникова-Шеннона. Дискретне перетворення Фур'є довжини  $N$ . Одновимірне дискретне пряме й зворотне перетворення Фур'є в MATLAB.

#### Тема 2 Основи теорії вейвлетів

Загальні відомості про вейвлети. Послідовність масштабувальних підпросторів. Оператори проектування. Простіри вейвлетів. Приклади масштабувальних функцій. Побудова масштабувальної функції. Ортогональне кратномасштабне розкладання. Вейвлети. Вейвлет-розкладання. Швидке вейвлет-перетворення. Початкові коефіцієнти. Відновлення. Вейвлет-пакети. Неперервне вейвлет-перетворення. Двовимірні вейвлети. Вейвлети Шеннона-Котельникова. Вейвлети Мейера. Вейвлети Добеші.

#### Тема 3 Функції вейвлет-аналізу в MATLAB

Вейвлети в системі MATLAB. Фільтри вейвлетів. Однорівневе дискретне одновимірне вейвлет-перетворення. Багаторівневий одновимірний вейвлет-аналіз. Неперервне вейвлет-перетворення. Вейвлет-пакети. Зображення в MATLAB. Вейвлет-перетворення двовимірних сигналів. Основні функції двовимірного вейвлет-перетворення. Головне меню пакета WAVELET TOOLBOX.

#### Тема 4 Огляд основних застосувань вейвлет-технологій

Застосування вейвлетів для видалення шуму, стиснення сигналів. Оцінка густини ймовірності розподілу значень сигналу. Оцінка регресії. Видалення шуму та стиснення сигналів. Злиття зображень

### 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

PH1	Вміти виконувати та розуміти принципи ортогонального кратномасштабного вейвлет-аналізу об'єктів різного типу, прямих та зворотних неперервних, пакетних вейвлет-перетворень.
PH2	Вміти застосовувати методи вейвлет-аналізу для виділення шуму в одновимірних та двовимірних (зображення) сигналах.
PH3	Вміти застосовувати методи вейвлет-аналізу для стиснення одновимірних та двовимірних (зображення) сигналів.
PH4	Володіти методами вейвлет-аналізу для проведення статистичного та регресійного аналізу сигналів

PH5	Вміти здобувати та аналізувати нові знання у галузі вейвлет-аналізу
<b>6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів</b>	
Програмні результати, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна:	
–	
<b>7. Види навчальних занять та навчальної діяльності</b>	
<b>7.1 Види навчальних занять</b>	
<p>Видами навчальних занять при вивченні дисципліни є лекції (Л) та лабораторні заняття (Лаб):</p> <p><b>Тема 1 Фур'є-аналіз</b></p> <p>Л 1 Вступ. Ряди та перетворення Фур'є. Перетворення Фур'є дискретних сигналів.</p> <p>Лаб 1 Перетворення Фур'є в MatLab</p> <p><b>Тема 2 Основи теорії вейвлетів</b></p> <p>Л 2 Масштабуювальна функція та вейвлет Хаара. Властивості масштабуювальних функцій.</p> <p>Л 3 Ортогональний кратномасштабний аналіз. Вейвлет-перетворення. Вейвлети Шеннона-Котельнікова. Вейвлети Мейера. Вейвлети Добеші.</p> <p>Л 4 Вейвлет-пакети. Двовимірні вейвлети. Неперервне вейвлет-перетворення.</p> <p>Лаб 2 Масштабувальні функції</p> <p>Лаб 3 Ортогональний кратномасштабний аналіз.</p> <p>Лаб 4 Швидке вейвлет-перетворення. Початкові коефіцієнти</p> <p><b>Тема 3 Функції вейвлет-аналізу в MATLAB</b></p> <p>Л 5 Вейвлети та банки фільтрів у системі MATLAB. Дискретний вейвлет-аналіз у системі MATLAB. Неперервне вейвлет-перетворення у системі MATLAB. Вейвлет-пакети у системі MATLAB.</p> <p>Л 6 Головне меню пакета Wavelet Toolbox. Одновимірний та двовимірний вейвлет-аналіз. Спеціалізовані засоби вейвлет-аналізу.</p> <p>Лаб 5 Одновимірний дискретний вейвлет-аналіз у системі MATLAB</p> <p>Лаб 6 Неперервне вейвлет-перетворення у системі MATLAB. Вейвлет-пакети у системі MATLAB. Головне меню пакета Wavelet Toolbox.</p> <p><b>Тема 4 Огляд основних застосувань вейвлет-технологій</b></p> <p>Л 7 Видалення шумів, стиснення сигналів та зображень.</p> <p>Л 8 Оцінка густини розподілу значень одновимірних та двовимірних (зображень) сигналів, оцінка регресії, злиття двох зображень. Використання вейвлетів у задачах Data Science.</p> <p>Лаб 7 Видалення шумів і стиснення сигналів.</p> <p>Лаб 8 Оцінка густини розподілу значень одновимірних та двовимірних (зображень) сигналів, оцінка регресії, злиття зображень.</p>	

## 7.2 Види навчальної діяльності

- НД 1 Вивчення теоретичного матеріалу за лекціями та спеціальною літературою
- НД 2. Виконання лабораторних завдань
- НД 3. Виконання ситуативних вправ
- НД 4. Участь у лекціях-дискусіях
- НД 5. Підготовка звітів за результатами лабораторних завдань
- НД 6. Самонавчання

## 8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

- МН 1. Проблемні-лекції, лекції-візуалізації (on-line лекції)
- МН 2. Практико-орієнтоване навчання.
- МН 3. Проблемно-пошуковий метод

Лекції надають студентам матеріал з теорії вейвлет-аналізу, що є основою для самостійного навчання здобувачів вищої освіти. Лекції доповнюються лабораторними заняттями, що надають студентам можливість застосовувати теоретичні знання на конкретних прикладах.

Формування загальних компетентностей (soft skills):

- ЗК1. Здатність учитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузі, відмінній від професійної
- ЗК2. Здатність гнучко адаптуватися до різних професійних ситуацій, проявляти творчий підхід, ініціативу.
- ЗК3. Здатність критично оцінювати й переосмислювати накопичений досвід (власний і чужий), аналізувати свою професійну й соціальну діяльність.
- ЗК4. Здатність ефективно використовувати комп'ютерні та інформаційні технології в професійній діяльності

## 9. Методи та критерії оцінювання

### 9.1. Критерії оцінювання

Оцінювання знань студентів здійснюється за 100- бальною шкалою, яка переводиться відповідно у національну шкалу («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») та шкалу європейської кредитно-трансферної системи (ЄКТС –А, В, С, D, E, FX, F) відповідно до таблиці:

Сума балів за шкалою університету*	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою, 4 – бальна шкала	Визначення
90 – 100	А	Відмінно	Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок
82 – 89	В	Добре	Вище середнього рівня з кількома помилками
74 – 81	С	Добре	Загалом правильна робота з певною кількістю помилок

64 – 73	<b>D</b>	Задовільно	Непогано, але зі значною кількістю недоліків
60 – 63	<b>E</b>	Задовільно	Виконання задовольняє мінімальні критерії
35 – 59	<b>FX</b>	Незадовільно	Можливе повторне складання
0– 34	<b>F</b>	Незадовільно	Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни

Студент, який протягом навчального періоду виконав всі заплановані види навчальної роботи та за наслідками модульних атестацій набрав необхідну, яка відповідає позитивній оцінці, кількість рейтингових балів (не менше 60), отримує семестрову оцінку у відповідності до набраних рейтингових балів.

Студент, який протягом поточної роботи не набрав кількість рейтингових балів, що відповідає позитивній оцінці, але не менше 35, зобов'язаний перескладати захід підсумкового семестрового контролю, який може складати два рази: один роз викладачеві, другий – комісії.

Студент, який за наслідками модульних атестацій не набрав мінімально необхідної кількості рейтингових балів (не менше 35) не допускається до повторного складання підсумкового семестрового контролю і отримує оцінку «неприйнятно» (за шкалою ECTS – «F»).

Заохочувальні рейтингові бали нараховуються за публікацію та виступ, що пов'язаний дисципліною «Вейвлет-аналіз», на конференції, за активну роботу на лабораторних та лекційних заняттях (виступ перед аудиторією з доповіддю, створення додаткових комп'ютерних програм).

## 9.2 Методи поточного формативного оцінювання

За дисципліною передбачені такі методи поточного формативного оцінювання:

- 1 Опитування та усні коментарі викладача за його результатами
- 2 Настанови викладача в процесі виконання лабораторних завдань
- 3 Самооцінювання виконання лабораторної роботи
- 4 Обговорення та взаємооцінювання студентами виконаних лабораторних завдань.

## 9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

Оцінка студента формується таким чином:

1. Виконання та захист лабораторних робіт (ЛР) – максимально 48 балів за всі лабораторні роботи (8 лабораторних робіт).
2. Підсумковий модульний контроль (ПМК) – максимально 44 бали (2 підсумкових контролю)
3. Тестове опитування під час лекцій (ТЛ) – максимально 8 балів за всі лекції (8 лекцій).

Методи контролю:

1. Перевірка виконаних лабораторних робіт
2. Перевірка модульного контрольного завдання
3. Перевірка тестових завдань з теоретичного матеріалу

<b>10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни</b>	
<b>10.1 Засоби навчання</b>	<p>1 Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережи (ЗН1)</p> <p>2 Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо) (ЗН2)</p> <p>3 Прикладне програмне забезпечення (ЗН3)</p> <p>4 Бібліотечні фонди (ЗН4)</p>
<b>10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення</b>	<p><i>Основна література:</i></p> <p>1. Смоленцев Н. К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB. 5-Е ИЗДАНИЕ — М.: ДМК Пресс, 2019. — 560 с.</p> <p><i>Додаткова література:</i></p> <p>2. Chui C. K. An introduction to wavelets / C. K. Chui. — Elsevier, 2016.</p> <p>3. Teolis A. Computational signal processing with wavelets / A. Teolis. — Birkhäuser, 2017.</p> <p><i>Інформаційні ресурси в Інтернеті:</i></p> <p>Advanced Machine Learning and Signal Processing:  <a href="https://www.coursera.org/learn/advanced-machine-learning-signal-processing">https://www.coursera.org/learn/advanced-machine-learning-signal-processing</a></p> <p>Wavelets, Filter Banks and Applications:  <a href="https://ocw.mit.edu/courses/mathematics/18-327-wavelets-filter-banks-and-applications-spring-2003/">https://ocw.mit.edu/courses/mathematics/18-327-wavelets-filter-banks-and-applications-spring-2003/</a></p>