

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Кафедра моделювання систем і технологій

“ЗАТВЕРДЖУЮ”



Проректор з науково-педагогічної роботи

Пантелеймонов А. В.

” \_\_\_\_\_ 2018 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**«Системи моделювання та обробки наукових даних»**

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти	другий (магістерський) рівень
галузь знань	12 Інформаційні технології (шифр і назва)
спеціальність	122 Комп'ютерні науки (шифр і назва)
освітня програма	Інформаційні управляючі системи і технології, (шифр і назва)
спеціалізація	 (шифр і назва)
вид дисципліни	за вибором (обов'язкова / за вибором)
факультет	комп'ютерних наук

2018/ 2019 навчальний рік

Програму обговорено та рекомендовано до затвердження вченою радою факультету комп'ютерних наук


29<sup>го</sup> серпня 2018 року, протокол № 9

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ: Карась Вячеслав Ігнатович, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри моделювання систем і технологій  
Програму схвалено на засіданні кафедри моделювання систем і технологій

Програму схвалено на засіданні кафедри моделювання систем і технологій

“11” червня 2018 року, протокол № 14

Завідувач кафедри моделювання систем і технологій


  
\_\_\_\_\_  
(підпис)

Краснобаєв В.А.  
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук

“27” червня 2018 року, протокол № 7

Голова методичної комісії

  
\_\_\_\_\_  
(підпис)

Васильєва Л. В.  
(прізвище та ініціали)



## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Системи моделювання та обробки наукових даних” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки

магістрів

(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

Галузь знань: 12 інформаційні технології

Спеціальності (напрями): 122 Комп’ютерні науки,

(шифр, назва напрямку)

факультет комп’ютерних наук

### 1. Опис навчальної дисципліни

Предметом вивчення навчальної дисципліни є:

Освоєння методів отримання, моделювання та обробки наукових даних; способів розв’язання некоректно поставлених задач; освоєння сновних ідей та принципів підходу до аналізу стійкості, біфуркацій та катастроф режимів функціонування динамічних систем; оволодіння принципами вейвлет-перетворень; освоєння принципів побудови сховищ наукових даних

Програма навчальної дисципліни складається з таких розділів:

1. Методи отримання, моделювання та обробки наукових даних. Розв’язання некоректно поставлених задач.
2. Основні ідеї та принципи підходу до аналізу динамічних систем та вейвлет-перетворень.
3. Принципи побудови сховищ наукових даних.

#### 1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

- Забезпечити відповідні сучасним вимогам знання студентів з теоретичних і практичних питань щодо генерації, зберігання та обробки наукових даних.
- Забезпечити практичні знання та уміння по роботі з сучасними форматами та системами керування сховищами наукових даних.
- Забезпечити знання та практичні уміння щодо використання інтелектуальних та адаптивних методів обробки наукових даних
- Сприяти вихованню у студентів *комп’ютерної освіченості* та вдосконалювати навички командної розробки великих програмних продуктів.

#### 1.2. Основні завдання вивчення дисципліни:

- Розглядання властивостей та проблем обробки наукових даних;

- Розробка програмного забезпечення, що імітує процес отримання наукових даних;
- Застосування нейронних мереж для обробки наукових даних. Переваги, недоліки, перспективи використання;
- Формування навичок практичного застосування класичних та сучасних адаптивних методів обробки наукових даних за допомогою математичних пакетів (SciLab, MATLAB).
- Види та принципи побудови сховищ для наукових даних;
- Реалізація програмного забезпечення, що використовує сучасні сховища наукових даних;

1.3. Кількість кредитів: 12

1.4. Загальна кількість годин: 360

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	-й
Семестр	
1-й / 2-й	-й
Лекції	
16 год. / 32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
16 год. / 16 год	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
66 год. / 162 год	год.
Індивідуальні завдання	
52год. Курсова робота	

1.6. Заплановані результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

- Розробляти та реалізувати моделі фізичних процесів, що генерують наукові дані;
- Використовувати переваги різних технологій зберігання масивів даних;
- Обирати потрібний метод обробки даних в залежності від існуючої інформації щодо процесу їх отримання та використовувати обраний метод.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

**Розділ 1.** Методи отримання, моделювання та обробки наукових даних.

**Тема 1.** Моделювання процесу вимірювання та обробки.

Зміст. Особливості даних, що отримані в результаті наукового експерименту. Поняття прямих та обернених задач. Причини та види похибок. Моделювання процесу вимірювання. Математичне очікування та дисперсія. Різного виду розподіли. Принцип найменших квадратів Гауса.

**Тема 2.** Методи розв'язання коректно поставлених та некоректно поставлених задач.

Зміст. Введення до Data Mining. Класифікація задач обробки даних. Перелік та основні принципи методів розв'язання задач кожного класу. Коректно поставлені та некоректно поставлені задачі. Методи розв'язання.

**Тема 3.** Інтерполяція, апроксимація, регуляризація.

Зміст. Інтерполяція, апроксимація, регуляризація – методи найменших квадратів, псевдообернення Мура-Пенроуза, регуляризації Тихонова та інші. Метод підбору. Квазірозв'язки. Метод Тихонова регуляризації розв'язків операторних рівнянь.

**Тема 4.** Метод Тихонова регуляризації розв'язків рівнянь.

Зміст. Використання нейронних мереж для обробки наукових даних. Порівняльний аналіз з класичними методами. Про розв'язок вироджених та погано обумовлених систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод Тихонова регуляризації розв'язків лінійних інтегральних рівнянь першого роду.

**Тема 5.** Оптимальні регуляризуючі оператори.

Зміст. Оптимальні регуляризуючі оператори для інтегральних рівнянь типу згортки. Стійкі методи Тихонова додавання рядів Фур'є з наближеними в метриці  $L_2$  коефіцієнтами.

**Розділ 2.** Основні ідеї та принципи підходу до аналізу динамічних систем та вейвлет-перетворень.

**Тема 6.** Сценарії поведінки динамічної системи.

Зміст. Динамічні системи, що описуються звичайними диференціальними рівняннями та чотири типи їх розв'язків : *стан рівноваги, - стійкий періодичний розв'язок, періодичний розв'язок, квазіперіодичні та хаотичні розв'язки.*

**Тема 7.** Основні властивості регулярних та хаотичних розв'язків.

Зміст. Поняття *дивного атратора*. Основні властивості регулярних та хаотичних розв'язків.

**Тема 8.** Основні ідеї та принципи підходу до аналізу динамічних систем.

Зміст. Основні ідеї та принципи підходу до аналізу стійкості, біфуркацій та катастроф режимів функціонування динамічних систем. Гіперболічні та квазігіперболічні атратори та їх основні властивості. Стійкість та нестійкість. Ляпуновські показники.

**Тема 9.** Частотно-часове віконне перетворення.





<b>Тема 8.</b> Основні ідеї та принципи підходу до аналізу динамічних систем. Основні ідеї та принципи підходу до аналізу стійкості, біфуркацій та катастроф режимів функціонування динамічних систем. Гіперболічні та квазігіперболічні атрактори та їх основні властивості. Стійкість та нестійкість. Ляпуновські показники.		4										
<b>Тема 9.</b> Частотно-часове віконне перетворення. Зміст. Перетворення Фур'є. Віконне перетворення Фур'є. Частотно-часове віконне перетворення. Функції віконного спектрального аналізу.		4										
<b>Тема 10.</b> Основи вейвлет-перетворень. Принцип вейвлет-перетворення. Вейвлетний спектр. Основи вейвлет-перетворення. Неперервне вейвлет-перетворення. Поняття масштабу ВП. Процедура перетворення. Зворотне перетворення. Дискретне вейвлет-перетворення.		4										
<b>Тема 11.</b> Переваги та недоліки вейвлетних перетворень. Зміст. Частотно-часова локалізація вейвлет-аналізу. Образне представлення перетворення. Переваги та недоліки вейвлетних перетворень. Практичне застосування.		4										
Разом за розділом 2	133	22	8			10						
<b>Розділ 3. Принципи побудови сховищ наукових даних.</b>												
<b>Тема 12.</b> Проблеми інтеграції та обробки неструктурованих даних. Поняття сховищ наукових даних. Проблеми інтеграції та обробки неструктурованих даних.		4										
<b>Тема 13.</b> Стандартні формати зберігання метаданих. Поняття метаданих. Розгляд існуючих моделей зберігання даних та метаданих.		4										
<b>Тема 14.</b> XML платформа для розробки інформаційних систем. Адаптивні методи обробки.		4										
<b>Тема 15.</b> Розвиток технологій баз даних та сховищ даних. Напрямки розвитку технологій баз даних та сховищ даних. Інтелектуальні методи обробки наукових даних.		4										
Разом за розділом 3	92	16	16			60						



Індивідуальне курсове науково-дослідне завдання						52						
<b>Усього годин</b>	360	48	32			280						

#### 4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Перелік і тематика лабораторних робіт	Кількість годин
1.	Реалізувати програму, що імітує процес вимірювання фізичної величини та записує результат до файлу у форматі CSV, MS Excel.	4
2	Розробити програму, що читає дані з файлу формату CSV, MS Excel.	4
3	Розробити програму за допомогою пакету MATLAB або SciLab, що обробляє наукові дані методами найменших квадратів або регуляризації Тіхонова.	6
4	Розробити програму за допомогою пакету MATLAB або SciLab, що обробляє наукові дані інтелектуальними методами.	6
5	Розробити програму-редактор даних формату XML за допомогою бібліотеки SimpleXML.	6
6	Розробити програму, що формує метадані в форматі XML до даних формату TSD.	6
	Усього годин	32

#### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Перелік і тематика самостійних робіт	Кількість годин
1.	Самостійна робота над лекційним матеріалом по темам 1 – 15	38
2.	Реалізувати програму, що імітує процес вимірювання фізичної величини та записує результат до файлу у форматі CSV, MS Excel.	30
3.	Розробити програму, що читає дані з файлу формату CSV, MS Excel.	30
4.	Розробити програму за допомогою пакету MATLAB або SciLab, що обробляє наукові дані методами найменших квадратів або регуляризації Тіхонова.	30
5.	Розробити програму за допомогою пакету MATLAB або SciLab, що обробляє наукові дані інтелектуальними методами.	35
6.	Розробити програму-редактор даних формату XML за допомогою бібліотеки SimpleXML.	32
7.	Розробити програму, що формує метадані в форматі XML до даних формату TSD.	33
	Усього годин*	228

\*-за учбовим планом на самостійну роботу відведено 280 годин, 228 з них на виконання домашніх самостійних завдань, 52 – курсова робота.

## 6. Індивідуальне навчально-дослідне завдання

Як наукове та навчально-дослідне завдання кожен студент має виконати курсову роботу. На виконання цієї роботи відведено 52 години самостійної роботи. Студенти розподіляються на групи по 5 чоловік. Група отримує завдання у вигляді проекту по збиранню, збереженню та обробці наукових даних, з урахуванням, що загальний об'єм робіт над цим проектом є кількість студентів в команді помножена на 52 години. Відповідно до обраної ролі в групі кожен студент виконує частину групового проекту. Кожній утвореній групі пропонується розробити програмний продукт, що аналізує дані, отримані в результаті фізичного експерименту. Вимоги до програми:

1. Отримання експериментальних даних (далі ЕД)
2. Моделювання фізичного експерименту (кожна команда обирає різний експеримент) та процесу вимірювання, що супроводжується моделюванням похибки приборів.
3. Отримані ЕД зберігаються в форматі CSV та MS Excel (вибір здійснює користувач).
4. Попередня підготовка даних для обробки включає перетворення ЕД в формат XML.
5. Обробка повинна виконуватися декількома методами (на вибір користувача). Результатом є параметри модельованого процесу.
6. Мову та технології програмування обирає кожна команда.

Фізичні процеси, що моделюються:

- Взаємодія пучка електронів з матеріалом та вимірювання глибинного розподілу заряду. Знайти спектр пучка електронів.
- Взаємодія пучка фотонів з матеріалом та вимірювання глибинного розподілу дози. Знайти – спектр пучка електронів.

1. Тематичні лекції, на яких дається основний систематизований матеріал курсу. Лекції представлено у вигляді презентацій Power Point на мультимедійному обладнанні. Відповіді на запитання студентів по кожному розділу теми, обговорення найбільш складних лекційних питань.
2. Лабораторні роботи Моделювання проблемних ситуацій при виконанні робіт. Перевірка успішності розв'язання поставлених задач. Індивідуальні консультації кожного студента при виконанні лабораторної роботи.
3. Індивідуальні завдання для самостійної роботи. Моделювання проблемних ситуацій щодо завдань самостійної роботи. Формування вимог до виконання самостійної роботи таких, як найбільш типових при обробці та зберіганні наукових даних. Виконання студентом самостійної роботи як закінченого програмного продукту, що повністю задовольняє вимогам заказчика, на разі викладача.
4. Курсові роботи. Методика розробки закінчених програмних продуктів з типових проблем-них задач як таких, які відповідають вимогам до розробки

програмних продуктів. Ергономічність, наявність опису та довідкової системи. Захист курсової роботи та її обговорення.

5. Консультації з викладачем та використання підготовлених електронних конспектів лекцій, наборів індивідуальних завдань для виконання самостійних робіт, переліку тем курсових робіт, науково-методичних посібників.

## 7. Методи контролю

На протязі усього терміну викладання означеної дисципліни проводиться поточний контроль засвоєння лекційного матеріалу (контроль знань) та контроль здобуття практичних навиків (контроль вмінь). Підсумковий семестровий контроль також дозволяє контролювати як одержані знання, так і набуті вміння:

- Після закінчення викладання кожного модуля курсу контроль знань проводиться у вигляді тестування за матеріалами модулю.
- Контролюється виконання самостійних, лабораторних робіт у відведений термін виконання кожної роботи.
- Після викладання курсу здійснюється підсумковий контроль на базі курсової роботи та іспиту:

Курсова робота має пояснювальну записку з описом постанови проблеми, картинки, які демонструють вид розроблених форм програми, частки коду, результати кількох обчислень при різних вхідних даних, вигляд звіту з цими результатами та графік останнього обчислення, інструкцію користувача. Розроблений програмовий продукт подається в електронному вигляді та здійснюється захист курсової роботи, а саме:

- Розробник має відповісти на запитання викладача та студентів групи. Іспит проводиться в залікову сесію. На іспиті кожен студент одержує по 2 питання – по одному з кожного модулю – згідно з обраним екзаменаційним білетом. Максимальна кількість балів, що студент може отримати за кожне питання – 20.

Програмні продукти, розроблені відповідно до тем курсових робіт, зберігається на сервері локальної мережі, пояснювальної записки у вигляді паперових звітів на кафедрі.

## 8. Схема нарахування балів

### 1-й семестр.

Поточний контроль та самостійна робота					Разом	Залік	Сума	
Розділ 1			Розділ 2	Контрольна робота	Курсова робота			
T1	T2	T3-T5	T6					
4	4	8	4	10	30	60	40	100

### 2-й семестр.

Поточний контроль та самостійна робота									Разом	Екзамен	Сума	
Розділ 2					Розділ 3				Контрольна робота	60	40	100
T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15				
5	5	5	5	5	5	5	5	5	15	60	40	100

При контролі навчальних здобутків контроль здійснюється за розділами курсу .

До підсумкового контролю допускаються тільки студенти, які виконали навчальний план, а саме: прослухали курс лекцій, мають конспект лекцій, мають зроблені самостійні роботи, і які в змозі відповісти на питання викладача по їх самостійним роботам.

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Пояснення
Оцінка	Пояснення	
90 – 100	Відмінно (“зараховано”)	„Відмінно” – теоретичний зміст курсу «Системи моделювання та обробки наукових даних» освоєний цілком, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконані повному обсязі, відмінна робота без помилок або з однією незначною помилкою.

70 – 89	Добре (“зараховано”)	„Добре” – теоретичний зміст курсу «Системи моделювання та обробки наукових даних» освоєний цілком, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконані, якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального, робота з двома - трьома незначними помилками.
50 –69	Задовільно (“зараховано”)	„Задовільно” – теоретичний зміст курсу «Системи моделювання та обробки наукових даних» освоєний не повністю, але прогалини не носять істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість перед-бачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з вико-наних завдань, містять помилки, робота з трьома значними помилками. „Достатньо” – теоретичний зміст курсу «Системи моделювання та обробки наукових даних» освоєний частково, деякі практичні навички роботи не сформовані, частина передбачених програмою навчання навчальних завдань не виконані, або якість виконання деяких з них оцінено числом балів, близьким до мінімального, робота, що задовольняє мінімуму критеріїв оцінки.
1–49	Незадовільно („не зараховано”)	„Умовно незадовільно” – теоретичний зміст курсу «Системи моделювання та обробки наукових даних» освоєний частково, необхідні практичні навички роботи не сформовані, більшість передбачених програм навчання, навчальних завдань не виконано, або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання), робота, що потребує доробки „Безумовно незадовільно” – теоретичний зміст курсу «Системи моделювання та обробки наукових даних» не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, всі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до значимого підвищення якості виконання навчальних завдань, робота, що потребує повної переробки

## 9. Рекомендоване методичне забезпечення

1. Програма та календарний план вивчення дисципліни;
2. Підручники та навчально-методичні посібники кафедри; керівництва до виконання лабораторних робіт (тверді та електронні копії), електронний конспект; лекції у вигляді презентацій Power Point;
3. Набори індивідуальних завдань для виконання самостійних робіт;
4. Список літератури та інформаційних ресурсів;
5. Екзаменаційні білети до іспиту.
6. Перелік тем курсових робіт.

## Базова література та інформаційні ресурси

1. Сизиков В.С. Математические методы обработки результатов измерений: Учебник для вузов. –СПб: Политехника, 2001.-240 с.
2. Haykin S. Simon/ Neural networks and learning machines. New Jersey: Prentice Hall, 2009.-936 p.

3. Чубукова И.А. Data mining. –Лаборатория знаний, 2008. -348 с.
4. Тихонов А. Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. Учебное пособие для вузов. Изд. 3-е исправленное. - М.: Наука. Гл. ред. Физ.-мат. лит., 1986. - 288 с.
5. Beginning XML. 2<sup>nd</sup> Edition: XML Schemes, SOAP, XSLT, DOM, and SAX 2.0 by David Hunter, Kurt Cagle, Chris Dix et al. Wrox Press© 2003 (784 pages).
6. Пасічник В.В., Шаповалова Н. Б. Сховища даних. 2008. - 286 с.
7. Спенсер Пол. XML. Проектирование и реализация. 2001. - 526 с.
8. Ярмоненко С.П. “Радиобиология человека и животных”, ВШ, Москва. 1997г.
9. Ульман Д., Уидом Д. Введение в системы баз данных. 2006. -362 с.
10. Анищенко В.С. Знакомство с нелинейной динамикой. Лекции соросовского профессора. Учебное пособие. Москва-Ижевск. Институт компьютерных исследований, 2002. -144 с.
11. Дремин И.М., Иванов О.В., Нечитайло В.А. Вейвлеты и их использование. УФН. 2001. Т. 171, № 5, с. 465-501.
12. Дьяконов В., Абраменкова И. MATLAB. Обработка сигналов и изображений. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002.- 608 с.
13. Илюшин. Теория и применение вейвлет-анализа. <http://atm563.phus.msu.ru/Илюшин/index.htm>.
14. Левкович-Маслюк Л, Переберин А. Введение в вейвлет-анализ: Учебный курс. - Москва, ГрафиКон'99, 1999.
15. Смоленцев Л.В. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB-анализа сигналов: Учебное пособие. – М.: ДМК Пресс, 2005. -304 с.
16. Polikar R. Введение в вейвлет-преобразование. Пер. Грибунина В.Г. – СПб, АВТЭКС. - <http://www.autex.spb.ru>.

### Допоміжна література

1. Севастьянов А.А., Харинцев С.С., Салахов М.Х. Нейросетевая регуляризация решения обратных некорректных задач прикладной спектроскопии. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2003/189.pdf>.
2. Кирьянов Д.В., Кирьянова Е.Н. Вычислительная физика. –М.: Полибук. Мультимедиа, 2006. -352 с.
3. Bishop Christopher M. Neural networks for pattern recognition. –New York: Oxford University Press Inc., 1996. -482 p.
4. Лихтенберг А., Либерман М. РЕГУЛЯРНАЯ И СТОХАСТИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА. –М.: Мир, 1984.
5. Странные аттракторы / Под ред. Я.Г. Синая и Л.П. Шнльникова. - М.: Мир, 1981. 6. Sparrow C. The Lorenz Equations: Bifurcations. Chaos and Strange-Attractors // Appl. Math. Sci. V. 41. - Berlin: Springer, 1982.
6. Berge P., Pomeau Y., Vidal СИ. Order within Chaos (Towards Deterministic Approach to Turbulence). - N.Y.: John Wiley and Sons, 1984.
7. Schuster H.-G. Deterministic Chaos. -Weinheim: Physik-Verlag. 1984.

8. Заславский ГМ. Стохастичность динамических систем. -М.: Наука. 1984.
9. Хакен Г. Синергетика. Иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. - М.: Мир, 1985.
- 10.Мандельштам Л.И. Лекции по колебаниям. - М.: Изд-во АН СССР, 1955.  
Андронов АА., Витт А А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. -М : Наука, 1981.
- 11.Бутенин Н.В., Неймарк Ю.И., Фуфаев Н.А. Введение в теорию нелинейных колебаний. - М.: Наука, 1976.

**10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення**

1. <http://www.kdnuggets.com/>
2. <http://matlab.exponenta.ru/>
3. <http://atomas.ru/fizika/a15.htm>