

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки



**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Проректор з науково-педагогічної роботи

Олександр ГОЛОВКО  
2022 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

**Сучасні методи аналізу комп'ютерних систем**

рівень вищої освіти другий (магістерський)

галузь знань 12 «Інформаційні технології»

спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

освітня програма Комп'ютерна інженерія

вид дисципліни обов'язкова

факультет комп'ютерних наук

2022 / 2023 навчальний рік

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

«28» червня 2022 року, протокол №10

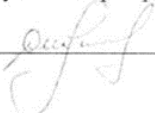
**РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:**

доктор технічних наук, професор, професор кафедри теоретичної та прикладної системотехніки **Шматков Сергій Ігорович;**

кандидат технічних наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної системотехніки **Стрілець Вікторія Євгенівна**

Програму схвалено на засіданні кафедри теоретичної та прикладної системотехніки  
Протокол від «11» червня 2022 року, №12

Завідувач кафедри теоретичної та прикладної системотехніки

 Сергій ШМАТКОВ.

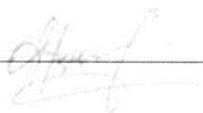
Програму погоджено з гарантом освітньої програми «Комп'ютерна інженерія»

Гарант освітньої програми «Комп'ютерна інженерія»

 Олена ТОЛСТОЛУЗЬКА

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук  
Протокол від «24» червня 2022 року № 9

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук

 Анатолій БЕРДНІКОВ

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Сучасні методи аналізу комп'ютеризованих систем управління» розроблена відповідно до освітньої програми «Комп'ютерна інженерія» підготовки другого (магістерського) рівня спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія.

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### 1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є ознайомлення студентів із сучасними методами системного аналізу комп'ютерних систем управління, а саме: методи нелінійної динаміки, популяційні методи.

#### 1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Завданням вивчення навчальної дисципліни є вивчення питань, пов'язаних із сучасними методами аналізу комп'ютерних систем із різною архітектурою.

В ході вивчення дисципліни у студента повинні формуватися такі компетентності.

##### *Інтегральна компетентність*

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій у професійній діяльності та/або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності та характеризується комплексністю та невизначеністю умов і вимог.

##### *Загальні компетентності (ЗК)*

ЗК01. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми за професійним спрямуванням.

ЗК04. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

##### *Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК)*

ФК01 Здатність обґрунтовано обирати та застосовувати фундаментальні знання і моделі, а також технології створення та використання прикладного і спеціалізованого програмного забезпечення для розв'язування складних професійних задач і проблем комп'ютерної інженерії.

ФК03. Здатність до дослідження, системного аналізу та забезпечення безперервності бізнес/операційних процесів, концепцій, теорій, принципів і методів нових технологій, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень.

ФК11. Здатність аргументувати вибір методів розв'язування складних спеціалізованих задач і проблем, критично оцінювати отримані результати, обґрунтовувати та захищати прийняті рішення.

#### 1.3. Кількість кредитів 4

#### 1.4. Загальна кількість годин 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов'язкова	
Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Рік підготовки	
1-й	
Семестр	
2-й	2-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	

32 год.	год.
Самостійна робота	
56 год.	120 год.
Індивідуальні завдання	
- год.	

### 1.6. Заплановані результати навчання

*знати:*

- наукові і математичні положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж;
- вплив технічних рішень в суспільному, економічному, соціальному і екологічному контексті;
- методи навчання штучних нейронних мереж;
- загальні відомості нелінійної динаміки;
- методи пошукової оптимізації.

*вміти:*

- 
- розробляти моделі нелінійної динаміки та аналізувати а їх допомогою різні явища нелінійної динаміки;
- проводити аналіз та оцінку якості отриманого рішення.

В результаті вивчення дисципліни у студента повинні формуватися такі *програмні результати навчання (ПРН)*.

ПРН01. Знати і розуміти сучасні методи наукових досліджень, організації та планування експерименту, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах.

ПРН02. Знати і розуміти наукові і математичні положення, що лежать в основі функціонування програмних і програмно-технічних комп'ютерних засобів, систем та мереж, Інтернету речей, систем для оброблення великих даних.

ПРН09. Вміти застосовувати знання для аналізу інженерних продуктів, процесів і систем за встановленими критеріями, ідентифікації, формулювання і розв'язування науково-технічних задач комп'ютерної інженерії, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей.

ПРН15. Мати навички планування та виконання експериментальних і теоретичних досліджень та випробувань, вибору для цього придатних методи та інструменти, здійснювання статистичної обробки даних, оцінки адекватності отриманих результатів.

ПРН17. Застосовувати, інтегрувати, розробляти, впроваджувати та удосконалювати сучасні інформаційні технології, науково-технічні методи і моделі, фізичні та математичні фундаментальні знання в галузі комп'ютерної інженерії.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

*Розділ 1. Популяційні алгоритми.*

*Тема 1. Еволюційні алгоритми.*

Біологічні передумови і загальна схема еволюційних алгоритмів. Кодування особин. Генетичні оператори. Типові генетичні алгоритми.

*Тема 2. Оптимізація роєм частинок.*

Канонічний алгоритм рою частинок і його модифікації. Топологія сусідства частинок. Алгоритми із динамічною топологією сусідства частинок.

*Тема 3. Мурашина оптимізація.*

Біонічні передумови. Алгоритм безперервної оптимізації колонією мурашок. Приклад застосування алгоритму.

*Тема 4. Штучні імунні системи.*

Біологічні основи. Оптимізація з допомогою моделі імунної мережі. Алгоритми на основі штучної мікроімунної системи.

*Тема 5. Бактеріальна оптимізація.*

Біологічні передумови. Канонічний алгоритм бактеріальної оптимізації. Кооперативна бактеріальна оптимізація. Алгоритм, який використовує ефект роїння бактерій.

*Тема 6. Алгоритм, натхненний роєм світлячків.*

Біологічні основи. Схема алгоритму. Ефективність алгоритму.

*Розділ 2. Нелінійна динаміка в задачах оптимізації.*

*Тема 1. Поняття та властивості динамічних систем.*

Класифікація динамічних систем. Основні задачі теорії динамічних систем. Консервативні і дисипативні системи. Самоорганізація відкритих систем. Основні положення синергетики.

*Тема 2. Стійкість динамічних систем.*

Структурна стійкість динамічних систем. Умова стійкості за Ляпуновим. Поняття тривалості розв'язку. Застосування функцій Ляпунова до дослідження тривалості розв'язків динамічних систем.

*Тема 3. Біфуркації динамічних систем.*

Визначення біфуркації динамічних систем. Види біфуркації. Біфуркації як головний фактор виникнення структур з просторово-часовою організацією. Біфуркація граничного циклу.

*Тема 4. Хаос і атрактори в динамічних системах.*

Хаос, турбулентність і дивні атрактори в динамічних системах. Перехід до хаосу через біфуркації. Хаотична динаміка дивного атрактору. Атрактор Лоренца.

*Тема 5. Фрактали.*

Фрактал як протилежність хаосу. Класичні фрактали. Множини та відображення. Системи ітерованих функцій. Розмірність.

*Тема 6. Теорія катастроф.*

Математичні моделі катастроф динамічних систем. Жорстка втрата стійкості та катастрофи динамічних систем. Елементарні катастрофи. Ознаки наявності в системі катастроф.

*Тема 7. Динамічний хаос.*

Хаос і біфуркація. Динаміка відкритих систем. Теорія самоорганізації динамічних систем.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Денна форма				
	Усього	у тому числі			
л		п	лаб	інд	с.р.
<b>Розділ 1. Популяційні алгоритми</b>					
Тема 1. Еволюційні алгоритми.	10	2	2		6
Тема 2. Оптимізація роєм частинок.	8	2	2		4
Тема 3. Мурашина оптимізація.	8	2	2		4
Тема 4. Штучні імунні системи.	8	2	2		4
Тема 5. Бактеріальна оптимізація.	8	2	2		4
Тема 6. Алгоритм, натхненний роєм світлячків.	8	2	2		4
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>50</b>	<b>12</b>	<b>12</b>		<b>26</b>
<b>Розділ 2. Нелінійна динаміка в задачах оптимізації</b>					
Тема 1. Поняття та властивості динамічних систем.	9	2	2		5
Тема 2. Стійкість динамічних систем.	12	4	4		4

Тема 3. Біфуркації динамічних систем.	12	4	4		4
Тема 4. Хаос і аттрактори в динамічних системах.	9	2	2		5
Тема 5. Фрактали.	12	4	4		4
Тема 6. Теорія катастроф.	8	2	2		4
Тема 7. Динамічний хаос.	8	2	2		4
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>70</b>	<b>20</b>	<b>20</b>		<b>30</b>
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>32</b>	<b>32</b>		<b>56</b>

#### 4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Розділ 1. Популяційні алгоритми</b>		
1	Розв'язання задач оптимізації за допомогою популяційних алгоритмів	4
2	Розв'язання задач оптимізації за допомогою мурашиних алгоритмів	4
3	Розв'язання задач оптимізації за допомогою алгоритму диференціальної еволюції	4
<b>Розділ 2. Нелінійна динаміка в задачах оптимізації</b>		
4	Обчислення структурної стійкості й біфуркації динамічних систем	4
5	Аналіз хаотичних властивостей нелінійних систем за допомогою біфуркаційних діаграм.	4
6	Аналіз хаотичних властивостей нелінійних систем за допомогою павутинних діаграм.	4
7	Моделювання класичних фракталів.	4
8	Комп'ютерне моделювання найпростіших моделей динаміки популяцій.	4
	Разом	32

#### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Розглянути використання популяційних алгоритмів в задачах оптимізації.	6
2	Ознайомитися з алгоритмом методу рою частинок для розв'язання задач стохастичної оптимізації	4
3	Ознайомитися з мурашиним алгоритмом для розв'язання задач пошуку маршрутів на графах.	4
4	Ознайомитися з алгоритмами на основі штучної мікроімунної системи та з напрямками їх використання.	4
5	Розглянути алгоритм, який використовує ефект роїння бактерій, для розв'язання задач оптимізації.	4
6	Розглянути алгоритм, натхненний роєм світлячків, для розв'язання задач оптимізації.	4
7	Розглянути складання моделей типових динамічних систем. Навчитися визначати консервативні і дисипативні системи.	4
8	Ознайомитися з структурною стійкістю й біфуркаціями динамічних систем. Розглянути задачу про орбітальну стійкість супутника землі.	5
9	Ознайомитися із числовим аналізом процесу переходу до хаосу через біфуркації та хаотичної динаміки дивного атрактору.	4

10	Розглянути характеристики хаосу, турбулентності і дивних атракторів в динамічних системах.	4
11	Комп'ютерне моделювання фракталів різних структур.	5
12	Комп'ютерне моделювання втрати стійкості динамічною системою. Виявлення ознак наявності в системі катастроф.	4
13	Ознайомитися з поняттям та властивостями самоорганізації динамічних систем.	4
	Разом	56

### 6. Індивідуальні завдання

Індивідуальне завдання є контрольною роботою, яка полягає у складанні реферату за темами, які наведені у таблиці.

Теми рефератів	
1	Основні положення теорії стійкості
2	Консервативні та дисипативні системи
3	Теорія біфуркації
4	Теорія катастроф
5	Динамічний хаос
6	Теорія фракталів
7	Задачі пошукової оптимізації
8	Загальна схема еволюційних алгоритмів
9	Алгоритм рою частинок
10	Штучні імунні системи
11	Бактеріальна оптимізація
12	Оптимізація бджолиним роєм
13	Бур'янові алгоритми
14	Електромагнітний пошук

### 7. Методи контролю

Контроль засвоєння навчального матеріалу здійснюється шляхом:

- поточного контролю під час проведення лекцій та практичних занять;
- проведення контрольних робіт за розділами курсу;
- проведення письмового підсумкового контролю знань (екзамен).

При дистанційному навчанні лекції проводяться із використанням сервісу відео-конференцій Google Meet, видача практичних завдань та контроль їх виконання здійснюється за допомогою сервісу дистанційного навчання Google Classroom. За темами лекцій студенти складають реферат. Підсумковий контроль у вигляді екзамену проводиться шляхом виконання письмового завдання та он-лайн опитування (сервіси відео-конференцій Google Meet, Google Classroom).

Студенти, які не виконали всі види робіт, що включені до навчального плану, до заліку або екзамену не допускаються.

### 8. Схема нарахування балів

#### Підсумковий контроль в формі екзамену

Поточне оцінювання та самостійна робота						Контрольні роботи, передбачені навчальним планом	Разом	Екзамен	Сума
Розділ 1			Розділ 2						
T1, 2	T3, 4, 5	T6, 7	T 1, 2	T 3,4	T 5, 6	1	60	40	100
7	7	7	6	12	6	15			

**T1, T2 ... – теми розділів.**

За темами T 1, 2 розділу 1 студент отримує 7 балів за виконання практичної роботи 1.

За темами T 3, 4, 5 розділу 1 студент отримує 7 балів за виконання практичної роботи

2.

За темою T 6,7 розділу 1 студент отримує 7 балів за виконання практичної роботи 3.

За темами T 1, 2 розділу 2 студент отримує 6 балів за виконання практичної роботи 4.

За темами T 3, 4 розділу 2 студент отримує 12 балів за виконання практичних робіт 5 і

6.

За темами T 5, 6 розділу 2 студент отримує 6 балів за виконання практичної роботи 7.

### **Критерії оцінювання знань студентів за практичні роботи**

Вимоги	Кількість балів
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Завдання відзначається повнотою виконання без допомоги викладача.</li> <li>▪ Визначає рівень поінформованості, потрібний для прийняття рішень. Вибирає інформаційні джерела,.</li> <li>▪ Робить висновки і приймає рішення у ситуації невизначеності. Володіє уміннями творчо-пошукової діяльності.</li> </ul>	6-7
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Завдання – повні, з деякими огріхами, виконані без допомоги викладача.</li> <li>▪ Планує інформаційний пошук; володіє способами систематизації інформації;</li> <li>▪ Робить висновки і приймає рішення у ситуації невизначеності. Володіє уміннями творчо-пошукової діяльності.</li> </ul>	5
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Завдання відзначається неповнотою виконання без допомоги викладача.</li> <li>▪ Студент може зіставити, узагальнити, систематизувати інформацію під керівництвом викладача; вільно застосовує вивчений матеріал у стандартних ситуаціях.</li> </ul>	3-4
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Завдання відзначається неповнотою виконання за консультацією викладача.</li> <li>▪ Застосовує запропонований вчителем спосіб отримання інформації, має фрагментарні навички в роботі з підручником, науковими джерелами;</li> <li>▪ Вибирає відомі способи дій для виконання фахових методичних завдань.</li> </ul>	2
Завдання відзначається фрагментарністю виконання за консультацією викладача або під його керівництвом.	1

### **Критерії оцінювання знань студентів за контрольну роботу**

Вимоги	Кількість балів
Повнота виконання завдання повна, студент здатен формулювати закони та закономірності, структурувати судження, умовиводи, доводи, описи.	12-15
Повнота виконання завдання повна, студент здатен формулювати операції, правила, алгоритми, правила визначення понять.	10-11
Повнота виконання завдання елементарна, студент здатен вибирати відомі способи дій для виконання фахових завдань.	5-9
Повнота виконання завдання фрагментарна.	1-4

### **Критерії оцінювання екзаменаційних робіт студентів**

Вимоги	Кількість балів
--------	-----------------



Показані всебічні систематичні знання та розуміння навчального матеріалу; безпомилково виконані завдання.	35-40
Показані повні знання навчального матеріалу; помилки, якщо вони є, не носять принципового характеру.	30-35
Показано повне знання необхідного навчального матеріалу, але допущені помилки.	20-30
Показано повне знання необхідного навчального матеріалу, але допущені суттєві помилки	10-20
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки.	5-10
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки, які носять принциповий характер; обсяг знань не дозволяє засвоїти предмет.	1-5

### Шкала оцінювання

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

## 9. Рекомендована література

### Основна література

1. Goldberg David E. Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning / David E. Goldberg. – Addison-Wesley Publishing Co., 1989. – 432 p.
2. Practical Handbook of Genetic Algorithms / Ed. L. D. Chambers // Complex Coding Systems, CRC Press, 1998. – V. III.
3. Haupt R. L. Practical Genetic Algorithms / Randy L. Haupt, Sue Ellen Haupt. – Wiley-Interscience, 2004. – 288 p.
4. Кононюк А.Ю. Нейроні мережі і генетичні алгоритми / А.Ю. Кононюк. – К. : «Корнійчук», 2008. – 446 с.
5. Корнієнко В. І. Інтелектуальне моделювання нелінійних динамічних процесів у системах керування, кібербезпеки, телекомунікацій / В. І. Корнієнко, О. Ю. Гусєв, О. В. Герасіна. – Дніпро : НТУ «ДП», 2020. – 536 с.
6. Теорія хаосу в економіці: підруч. / О.І. Черняк, П.В. Захарченко, Т.С. Клебанова. – Бердянськ: Видавець Ткачук О.В., 2014. – 244 с.
7. Трохимчук П. П. Нелінійні динамічні системи: підручник / П. П Трохимчук. – Луцьк : Вежа-Друк, 2015. – 275 с.
8. Crownower R.M. Introduction to Fractals and Chaos / Richard M. Crownower. – Boston, London: Jones and Bartlett Publishers, 1995. – 352 p.
9. Celso G. Chaos, Strange Attractors and Fractal Basin Boundaries in Nonlinear Dynamics / G. Celso, E. Ott, J. A. Yorke // Science. – 1987. – Vol. 238, Issue 4827. – P. 632-638.

### Допоміжна література

1. Koza John R. Genetic programming. On the programming of computers by means of natural selection / John R. Koza. – MIT Press, 1992.
2. Buontempo F. Genetic Algorithms and Machine Learning for programmers: Create AI Models and Evolve Solutions (Pragmatic Programmers) / Frances Buontempo. – Pragmatic Bookschelf, 2019. – 236 p.
3. Thompson J.M.T. Nonlinear dynamics and chaos / J.M.T. Thompson, H.B. Stewart. – N.Y.: Wiley, 2011. – 376 p.
4. Наконечний О. Г. Нелінійні задачі популяційної динаміки та їх застосування: монографія / О. Г. Наконечний, Ю. М. Шевчук. – К.: «Київський університет», 2020. – 187 с.
5. Aguirre J. Fractal structure in nonlinear dynamics / Jacobo Aguirre, Ricardo Viana, Miguel A. F. Sanjuan // Review of Modern Physics. – 2009. – Vol. 81 (1). – P. 333 – 386.
6. Булавін Л. А. Медична фізика: підручник. Т.1. Динамічні і статистичні моделі / Л. А. Булавін, Л. Г. Гречко, Л. Б. Лерман, А. В. Чалий. – К.: «Київський університет», 2010. – 600 с.

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

1. Nonlinear Dynamics & Chaos. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=bOpxQ7hGpmM&list=PLUeHTafWecAUqSh3Gy0NNr7H3OsXoC-aK>.
2. Основи нелінійної динаміки. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=Xt9q8eubGFM>.
3. Genetic Algorithms Explained By Example. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=uQj5UNhCPuo>
4. Evolutionary Algorithms. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=L--IxUH4fac>.
5. Fractals are typically not self-similar. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=gB9n2gHsHN4>.