

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА «НАУКОВИЙ ЦЕНТР АЕРОКОСМІЧНИХ
ДОСЛІДЖЕНЬ ЗЕМЛІ ІНСТИТУТУ ГЕОЛОГІЧНИХ НАУК
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ»**



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ЦАКДЗ ІГН НАН України

Член-кореспондент НАН України

Михайло ПОПОВ

2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**«Практичне застосування системних методів оцінки і прогнозування
стану міських територій на основі дистанційних аерокосмічних
досліджень»**

**(System methods practical application for the urban area condition
assessment and prediction by remote aerospace research)**

для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії

галузь знань
спеціальність
освітній рівень
освітня програма
вид дисципліни

17 – Електроніка, автоматизація та електронні комунікації

172 – Електронні комунікації та радіотехніка

доктор філософії

«Дистанційні аерокосмічні дослідження»

вибіркова

Форма навчання

Навчальний рік

Семестр

Кількість кредитів ECTS

Мова викладання,

навчання та оцінювання

Форма заключного контролю

денна

2024/2025

6

2

українська

іспит

Викладач: Хижняк Анна Василівна кандидат технічних наук, старший дослідник, старший науковий співробітник відділу геопросторового моделювання в аерокосмічних дослідженнях, учений секретар ЦАКДЗ ІГН НАН України.

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

© Хижняк А.В., 2024 рік

КИЇВ – 2024

Розробники: Хижняк Анна Василівна кандидат технічних наук, старший дослідник, старший науковий співробітник відділу геопросторового моделювання в аерокосмічних дослідженнях, учений секретар ЦАКДЗ ІГН НАН України.

Затверджено
Гарант освітньої програми
д.т.н., професор



(підпис)

Сергій СТАНКЕВИЧ
(власне ім'я, прізвище)

*Схвалено: Вченою радою Державної установи «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук Національної академії наук України»
протокол від «17» вересня 2024 року № 7.*

Голова вченої ради
д.т.н., професор
член-кореспондент НАН України



Михайло ПОПОВ

Учений секретар вченої ради,
к.т.н., ст. досл.



Анна ХИЖНЯК

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Практичне застосування системних методів оцінки і прогнозування стану міських територій на основі дистанційних аерокосмічних досліджень» є частиною циклу дисциплін «Методи системного аналізу та прийняття рішень в дистанційному зондуванні Землі», необхідних фахівцям-аналітикам які, використовуючи сучасні комп'ютерні і телекомунікаційні технології, проводять збір, накопичення, обробку і аналіз даних та приймають рішення, спрямовані на аналіз складних динамічних процесів.

1. **Мета навчальної дисципліни** – ознайомити PhD-студентів із сучасними інформаційними технологіями побудови і дослідження систем та практичними навичками використання методів та засобів моделювання складних динамічних процесів у системах.

Предмет навчальної дисципліни – методологія системного аналізу, методи і процеси дослідження систем та сучасні засоби і технології проектування комп'ютерних систем.

2. Вимоги до вибору навчальної дисципліни:

- Мати навички та теоретичні знання, пов'язані з такими предметами, як “Вища математика”, “Теорія ймовірностей”, “Математична статистика”.

- Володіти навичками самостійної роботи.

3. Анотація навчальної дисципліни

Вивчення дисципліни дозволяє PhD-студентам за спеціальністю 172 Електронні комунікації та радіотехніка, оволодіти знаннями та навичками з аналізу, моделювання, оптимізації, узагальнення та розповсюдження інформації засобами сучасних інформаційних технологій, питань теорії систем та системного аналізу; забезпечення засвоєння суті та методології дослідження систем, системного аналізу; практичного використання сучасних методів, засобів та технологій моделювання складних систем.

4. Цілі навчання:

Дисципліна викладається на третьому році навчання, що дозволяє PhD-студентам безпосередньо застосувати отримані знання і навички при написанні дисертаційної роботи.

Завдання: - вивчити основні поняття, класифікацію методів і засобів аналізу складних динамічних процесів; - ознайомитись із сучасними засобами і технологіями моделювання складних систем в Україні і закордоном; - навчитись ефективно використовувати сучасні програмні засоби обробки, аналізу та моделювання складних динамічних процесів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни PhD-студент повинен знати:

- загальні характеристики системності та системного підходу;
- основні задачі системного аналізу;
- особливості моделювання систем;
- методи якісного та кількісного аналізу складних систем типу місто.

У результаті вивчення навчальної дисципліни PhD-студент повинен вміти:

- аналізувати завдання в своїй предметній області і вибирати відповідні методи та засоби дослідження складних систем;
- здійснювати постановку задач, планування та реалізацію процесів аналізу, моделювання та прогнозування змін складних систем.

5. Результати навчання:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форма/Методи викладання і навчання	Форма/Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Теоретичні основи застосування системних методів для оцінки і прогнозу стану міських територій на	Лекція	Усне опитування	до 5%

	основі дистанційних аерокосмічних досліджень			
1.2	Методичні основи оцінки і прогнозу стану міських територій на основі дистанційних аерокосмічних досліджень	Лекція	Усне опитування	до 5%
1.3	Застосування методу багатокритеріальної оптимізації – для оцінки екологічного стану міста та впливу на нього складових урболандшафту (включно техногенного навантаження та інші фактори)	Лекція	Усне опитування	до 10%
1.4	Застосування методу фрактального аналізу – для визначення структури урболандшафту міської території	Лекція, практичне заняття	Виконання практичної роботи	до 10%
1.5	Метод системної динаміки для кількісного аналізу систем, що мають множинні внутрішні зв'язки між елементами системи	Лекція, практичне заняття	Виконання практичної роботи	до 10%
1.6	Особливості моделювання та прогнозування складних систем типу місто.	Лекція	Усне опитування	до 10%
2.1	Аналізувати завдання в своїй предметній області і вибирати відповідні методи та засоби дослідження відповідних територій	Практична робота, самостійна робота		до 10%
2.2	Виконувати комплексування різнорідних даних, проводити моделювання складних систем.	Практична робота, самостійна робота		до 10%
3.1	Обґрунтовувати можливості застосування методів системного аналізу для оцінки та моделювання складних систем	Лекція, практична робота, самостійна робота		до 5%
4.1	Використовувати отримані знання при обробці аерокосмічних даних, моделюванні складних систем типу місто та виконанні оцінки ефективності застосованих методик	Практична робота		до 5%

Структура курсу: лекційні і практичні заняття, самостійна робота.

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	3.1	4.1
Програмні результати навчання										
ПРО1 Знання ролі та місця дистанційних досліджень у системі наук про Землю та космос, сучасного стану і загальносвітових тенденцій розвитку дистанційних методів і засобів вивчення Землі та об'єктів	+	+								

космічного простору. базових принципів дистанційних досліджень і аерокосмічного моніторингу, загальної схеми проведення дистанційного аерокосмічного дослідження та тематичних задач дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), їх класифікації.										
<i>ПР05</i> Знання сучасних програмних пакетів комп'ютерного оброблення і аналізу аерокосмічних зображень. Геоінформаційні системи в забезпеченні дистанційних досліджень.			+	+	+		+	+	+	+
<i>ПР06</i> Знання та володіння системним підходом в оцінюванні ефективності дистанційних аерокосмічних методів та засобів дистанційних аерокосмічних спостережень.			+	+	+		+	+	+	+
<i>ПР09</i> Знання параметрів природного середовища і характеристик, що спостерігаються та вимірюються дистанційними методами.					+	+				
<i>ПР13</i> Уміння аналізувати сучасні наукові праці, виокремлюючи дискусійні та мало досліджені питання, здійснювати моніторинг наукових джерел інформації щодо досліджуваної проблеми, встановлювати їх наукову цінність шляхом порівняльного аналізу з іншими джерелами, формулювати наукову проблему.	+	+	+	+	+	+				
<i>ПР14</i> Знання основних понять теорії моделювання, методів імітаційного моделювання, <i>вміння</i> планувати та проводити натурні та обчислювальні експерименти.	+	+	+	+	+	+				
<i>ПР18</i> Уміння проводити професійну інтерпретацію отриманих матеріалів із застосуванням сучасного програмного забезпечення та існуючих теоретичних моделей.	+	+	+	+	+	+				
<i>ПРН19.</i> Уміння використовувати сучасні інформаційні та комунікаційні технології, засоби дистанційного навчання, комп'ютерні засоби та програми при проведенні наукових досліджень.	+	+	+	+	+	+				
<i>ПР20</i> Знання методів наукових досліджень та <i>вміння</i> їх використовувати на належному рівні; <i>вміння</i> розшукувати, опрацьовувати, аналізувати та синтезувати отриману інформацію (наукові статті, науково-аналітичні матеріали, бази даних тощо).	+	+	+	+	+	+				

<i>ПР22 Уміння ефективної комунікації та представлення складної комплексної інформації у доступній формі усно та письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології та відповідні технічні терміни.</i>	+	+	+	+	+	+				
<i>ПР25 Дотримуватись етичних норм, враховувати авторське право та норми академічної доброчесності при проведенні наукових досліджень, презентації їх результатів та у науково-педагогічній діяльності.</i>	+	+	+	+	+	+				
<i>ПР27 Брати участь у міжнародних симпозиумах, конференціях, школах, робочих нарадах. Бути ініціатором програм стажування і співпраці з міжнародними науковими колективами.</i>	+	+	+	+	+	+				

7. Схема формування оцінки:

7.1. Форми оцінювання студентів

1. Семестрове оцінювання:

1) Оцінка за роботу на лекційних та практичних заняттях – 60 балів (рубіжна оцінка – 36 балів).

2. Підсумкове оцінювання у формі іспиту: максимальна оцінка 40 балів (рубіжна оцінка – 24 бали). Під час іспиту аспірант виконує реалізацію проєкту з використанням знань та вмінь з оцінки та моделювання стану складних систем типу місто. Підсумкове оцінювання у формі іспиту не є обов'язковим, при відмові від участі у даній формі оцінювання аспірант не отримає відповідні бали до підсумкової оцінки.

Результати навчальної діяльності аспірантів оцінюються за 100 бальною шкалою.

Загальна оцінка виставляється за результатами роботи студента впродовж семестру та підсумкового оцінювання у формі іспиту, як сума (проста або зважена) балів за систематичну роботу впродовж семестру та балів отриманих в результаті підсумкового оцінювання у формі іспиту.

	Семестрова кількість балів за семестр	ПКР (підсумкова контрольна робота) чи/або іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	36	24	60
Максимум	60	40	100

Аспірант не допускається до підсумкового оцінювання у формі іспиту, якщо під час семестрів набрав менше 20 балів.

7.2. Організація оцінювання: Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою та передбачає: 6 лекцій та виконання 3 практичних робіт (де аспіранти мають продемонструвати якість засвоєних знань та вирішити поставлені задачі, використовуючи окреслені викладачем методи та засоби) та проведення 1 модульної контрольної роботи. Підсумкове оцінювання проводиться у формі письмово-усного іспиту.

7.3. Шкала відповідності

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	Самостійна робота
1	Тема 1. Теоретичні основи застосування системних методів для оцінки і прогнозу стану міських територій на основі дистанційних аерокосмічних досліджень	2		4
2	Тема 2. Методичні основи оцінки і прогнозу стану міських територій на основі дистанційних аерокосмічних досліджень	2		4
3	Тема 3. Застосування методу багатокритеріальної оптимізації – для оцінки екологічного стану міста та впливу на нього складових урболандшафту (включно техногенного навантаження та інші фактори)	2		4
4	Тема 4. Застосування методу фрактального аналізу – для визначення структури урболандшафту міської території	2		4
5	Тема 5. Метод системної динаміки для кількісного аналізу систем, що мають множинні внутрішні зв'язки між елементами системи	2		4
6	Тема 6. Особливості моделювання та прогнозування складних систем типу місто.	2		4
	Практична робота 1. Оцінка стану складних систем та визначення їх структури		2	4
	Практична робота 2. Побудова складних моделей змін стану міських територій		2	4
	Практична робота 3. Обробка аерокосмічних даних, моделювання зміни стану складових урболандшафту міста. Оцінки ефективності застосованих методик		2	4
	Модульна контрольна робота			2
	Консультація			2
	Іспит			2
	Всього за семестр	12	6	42

Примітка: слід зазначити теми, винесені на самостійне вивчення

Загальний обсяг 60 год., в тому числі:

Лекцій – **12 год.**

Практичні заняття - **6 год.**

Самостійна робота - **36 год.**

Модульна робота - **2 год.**

Іспит – **2 год**

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА:

Основні:

1. Згуровский М. З. Системный анализ. / М. З. Згуровский, Н. Д. Панкратова. – К. Наукова думка, 2005. – 743 с.
2. Волкович В. Л. Методы и алгоритмы автоматизированного проектирования сложных систем управления. / В. Л. Волкович, А. Ф. Волошин, Л. Ф. Даргейко и др. – К.: Наукова думка, 1984. – 216 с.
3. Hurst H.E. Long-term storage capacity of reservoirs / H. E. Hurst // Am. Soc. Civ. Eng. Trans, 1952. – V. 116. – P. 770–808
4. Alfeld L. E. Introduction to Urban Dynamics. / L. E. Alfeld, A. K. Graham. – Pegasus Communications: Waltham MA, 1976. – 300 p.
5. Артюшенко М.В. Мультифрактальный анализ биоразнообразия и ценотической структуры сообщества растений по данным дистанционного зондирования / М. В. Артюшенко, Л. В. Подгородецкая, Л. Н. Зуб, А. Д. Федоровский // Доповіді НАНУ. – 2011.– №9. – С. 132–141.
6. Renyi A. Probability theory / A. Renyi. – Amsterdam, North – Holland Pub. Co, 1970. – 670 p.
7. Forrester J. W. Counterintuitive behavior of social systems. / J. W. Forrester. – Technology Review, 1971. – 73(3) – P. 52–68.

Додаткові:

1. Соколовська А. В. Мультифрактальний аналіз варіабельності структури складових міських територій на основі космічної інформації ДЗЗ (на прикладі міста Києва за 1986 – 2011 рр.) / А. В. Соколовська // Доповіді Національної академії наук України. – 2013. – №12. – С. 187–194.
2. Соколовська А. В. Використання космічної інформації ДЗЗ для моделювання впливу складових урболандшафту на екологічний стан території міста Києва / А. В. Соколовська, К. Ю. Суханов, О. Д. Федоровський // Космічна наука і технологія. – 2013. – Т. 19. № 3. – С. 21–26.
3. Соколовська А. В. Деякі методи використання матеріалів космічної зйомки для оцінки і прогнозу сталого розвитку міських територій (на прикладі міста Києва) / А. В. Соколовська, член-кореспондент НАН України О. Д. Федоровський // Доповіді Національної академії наук України. – 2014. – № 8. – С. 102–111.
4. Соколовська А. В. Використання системних методів аналізу космічної інформації ДЗЗ для визначення екологічного стану антропогенно змінених ландшафтів / А.В. Соколовська, О. В. Томченко // Геоінформатика – теоретичні і прикладні аспекти: матеріали 13-ї Міжнародної конференції, (Київ, Україна, 13–16 травня 2013). – К. : Наукова думка, 2013. – С. 1–6.
5. Sokolovska A. The modification of Forrester-Graham urban dynamics model through assimilation of the statistical data of space heomonitoring and ground-based observations for the analysis and prediction of environmental conditions of Kyiv / A. Sokolovska // Геоінформатика – теоретичні і прикладні аспекти: матеріали 14-ї Міжнародної конференції, (Київ, Україна, 13–16 травня 2014). – К.: Наукова думка, 2014. – С. 23–29.

Теоретичні запитання

1. Що таке системний аналіз? Назвіть методи системного аналізу, які застосовують при оцінці та аналізі стану складних систем.
2. Яка роль аерокосмічних методів в дослідженнях міських територій
3. Які космічні знімки та для яких задач використовуються при оцінці стану міських територій
4. Основні типи урболандшафтів
5. Що таке системний підхід? Назвіть методи системної динаміки для моделювання та прогнозування змін міських територій.
6. Що таке метод багатокритеріальної оптимізації? Які вхідні дані можуть використовуватися при застосуванні методу?
7. Етапи алгоритму оцінки стану складових урболандшафту. Наведіть приклади складових урболандшафту та вкажіть як змінюється розрахунок функції близькості.
8. Фрактальний аналіз. Области застосування. Особливості використання фрактального аналізу при оцінці варіабельності складових урболандшафту.
9. Умови, які підтверджують існування мультифрактальної структури складових урболандшафту.
10. Що таке спектр узагальнених розмірностей Реньї мультифрактала та як його розраховують
11. Модель Форрестера-Грехема для моделювання міських територій. Основні принципи її використання.
12. Для отримання практично значущих результатів при побудові моделей розвитку міста необхідно враховувати багато чинників. Назвіть їх та вкажіть який вплив вони мають для моделювання.
13. Імітаційне моделювання та його основні етапи
14. Використання функції близькості при моделюванні та прогнозуванні стану міських територій.
15. Метод адаптивного аналізу впливів, як і для чого його використовують в задачах оцінки складних систем.
16. Які підсистеми включає загальна модель міста Форрестера-Грехема, та які вхідні дані потрібні для їх наповнення?

Практичні завдання

1. Розрахуйте функцію відповідності F на прикладі даних за 2013 р.
2. Розрахуйте функцію відповідності F для 1992-2013 рр. та опишіть отримані результати.
3. Визначте варіабельності структури складових досліджуваної ділянки території м.Київ на основі космічної інформації ДЗЗ за 2007р. отриманої після дешифрування знімка КА QuickBird.
4. Оцініть динаміку зміни складових урболандшафту міста Києва за 2007-2013 рр. з застосуванням методу фрактального аналізу.
5. Схематично зобразіть взаємозв'язки впливу підсистеми «Шкідливі викиди» та побудуйте їх в ПП VENSIM.
6. В ПП VENSIM розрахуйте функцію близькості з врахуванням всіх взаємозв'язків взявши за основу 1998 рік.
7. Розрахуйте прогноз зміни стану міста Києва до 2030 року та змодельуйте можливі зміни при зменшенні викидів CO_2 на 5 %.
8. Розрахуйте прогноз зміни стану міста Києва до 2030 року та змодельуйте можливі зміни при збільшенні викидів CO_2 на 10 %.