

**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

» нової 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Кількісне моделювання в дослідженнях природного середовища (Quantitative modeling in natural environment research)

для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії

галузь знань	17 Електроніка та телекомунікації
спеціальність	172 Телекомунікації та радіотехніка
освітній рівень	доктор філософії
освітня програма	«Дистанційні аерокосмічні дослідження»
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	6
Кількість кредитів ECTS	1,5
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі: Пестова Ірина Олександрівна, кандидат технічних наук, завідувачка лабораторії методів обробки даних дистанційного зондування при відділі Геоінформаційних технологій в дистанційному зондуванні Землі;

Суханов Костянтин Юрійович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник відділу геопросторового моделювання в аерокосмічних дослідженнях.

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)

© Пестова І.О., 2022 рік

Розробник: Пестова Ірина Олександрівна, кандидат технічних наук, завідувачка лабораторії методів обробки даних дистанційного зондування при відділі Геоінформаційних технологій в дистанційному зондуванні Землі

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 «18» жовтня 2022 року № 9.

Голова вченої ради
д.т.н., професор

член-кореспондент НАН України



Михайло ПОПОВ

Секретар вченої ради



к.т.н.

Анна ХИЖНЯК

1. **Мета дисципліни** – ознайомлення аспірантів із методологічними основами кількісного моделювання в дистанційному зондуванні Землі та формування навичок розробки алгоритмів і моделювальних процедур для обробки даних дистанційного зондування.

2. Вимоги до вибору навчальної дисципліни:

- диплом магістра однієї зі спеціальностей галузі наук про Землю або телекомунікацій;
- наявність базових знань теорії розповсюдження електромагнітного випромінювання;
- наявність базових навичок обробки аерокосмічних зображень земної поверхні;

3. Анотація навчальної дисципліни

Предметом дисципліни є кількісне моделювання в дослідженнях природного середовища.

Навчальний курс також включає формування навичок обробки окремих аерокосмічних знімків та аналізу часового ряду знімків за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

4. Цілі навчання:

- ознайомити з методами структурного і об'єктно-орієнтованого програмування як з найбільш поширеними і ефективними методами розробки програмних продуктів;
- забезпечити оволодіння основними методами аналізу та розв'язування задач з програмування окремих етапів обробки даних дистанційного зондування;
- розкрити методику складання алгоритмів;
- забезпечити оволодіння знанням основних конструкцій та правил побудови програм на мові програмування C++, Python, ознайомити з синтаксисом програмного забезпечення IDL та Sci-lab;
- сформувати знання, вміння і навички, необхідні для самостійної організації навчального процесу, розвинути здатність до постійної самоосвіти;
- виховати творчий підхід до розв'язування професійних проблем.

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 кількісного моделювання в дистанційному зондуванні Землі	Лекція, практичне заняття	Усне опитування	до 10%
1.2	Обчислювальні середовища для кількісного моделювання. Базові принципи програмування для обробки та аналізу дистанційних даних	Лекція, практичне заняття	Усне опитування	до 15%
1.3	Відновлення регресійних залежностей із завіркових даними	Лекція, практичне заняття	Усне опитування	до 10%
1.4	Приклади використання кількісного моделювання для вирішення тематичних задач	Лекція, практичне заняття	Виконання практичної роботи	до 15%
2.1	Розроблення алгоритмів обробки багатоспектральних космічних знімків в одному з обчислювальних середовищ	Практична робота, самостійна робота	Виконання практичної роботи	до 15%

2.2	Розроблення алгоритмів аналізу часових серій дистанційних даних в одному з обчислювальних середовищ	Лекція, практична робота, самостійна робота	Виконання практичної роботи	до 10%
3.1	Складання конвеєрів обробки дистанційних даних. Забезпечення обміну даними та інтегрованості.	Практична робота, самостійна робота		до 5%
4.1	Практична обробка реальних дистанційних даних та оцінювання точності кількісного моделювання	Практична робота		до 5%

Структура курсу: лекційні і практичні заняття, контрольні заняття, самостійна робота аспірантів.

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни								
Програмні результати навчання	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	3.1	4.1
ПР01 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.	+	+	+	+				+
ПР05 Знання сучасних програмних пакетів комп'ютерного оброблення і аналізу аерокосмічних зображень. Геоінформаційні системи в забезпеченні дистанційних досліджень.	+	+				+	+	+
ПР11 Уміння застосовувати знання в галузі інформатики й сучасних інформаційних технологій, обчислювальної техніки та програмування, програмних засобів для розв'язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності.	+	+			+	+	+	+
ПР13 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.	+	+	+	+			+	+
ПР14 Знання основних понять теорії моделювання, методів імітаційного моделювання, вміння планувати та проводити натурні та обчислювальні експерименти.	+	+	+	+	+	+	+	+
ПР15 Знання основ ідентифікації та статистичних методів дослідження складних систем, вміння вичленяти головні фактори та проводити декомпозицію задач.			+	+	+	+		

.								
ПР18 Уміння проводити професійну інтерпретацію отриманих матеріалів із застосуванням сучасного програмного забезпечення та існуючих теоретичних моделей.	+	+	+	+			+	+
ПРН19. Уміння використовувати сучасні інформаційні та комунікаційні технології, засоби дистанційного навчання, комп'ютерні засоби та програми при проведенні наукових досліджень.	+	+			+	+	+	+
ПР22 Уміння ефективної комунікації та представлення складної комплексної інформації у доступній формі усно та письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології та відповідні технічні терміни.					+	+	+	+
ПР25 Дотримуватись етичних норм, враховувати авторське право та норми академічної доброчесності при проведенні наукових досліджень, презентації їх результатів та у науково-педагогічній діяльності.	+	+	+	+	+	+	+	+
ПР27 Брати участь у міжнародних симпозиумах, конференціях, школах, робочих нарадах. Бути ініціатором програм стажування і співпраці з міжнародними науковими колективами.					+	+	+	+

7. Схема формування оцінки:

7.1. Форми оцінювання аспірантів

1. Семестрове оцінювання:

1) Контрольна робота «Реалізація алгоритму обробки даних ДЗЗ в обраному програмному середовищі» – 10 балів (рубіжна оцінка – 6 балів).

2) Оцінка за роботу на лекційних та практичних заняттях – 50 балів (рубіжна оцінка – 30 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 кількісного моделювання. **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 аспіранта 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 залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	36	24	60
Максимум	60	40	100

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

7.2. Організація оцінювання: Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою та передбачає: 4 лекції та виконання 4 практичних робіт (де аспіранти мають продемонструвати якість засвоєних знань та вирішити поставлені задачі використовуючи

окреслені викладачем методи та засоби) та проведення 1 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 кількісного моделювання в дистанційному зондуванні Землі. Множини. Логіка. Ймовірності.	2		3
2	Тема 2. Обчислювальні середовища для кількісного моделювання та програмування.	2		3
3	Тема 3. Спеціалізоване програмне забезпечення для кількісного моделювання в ДЗЗ. Вбудовані середовища розробки та зовнішні програмні бібліотеки для обробки дистанційних даних.	2		3
4	Тема 4. Приклади використання кількісного моделювання для вирішення тематичних задач дистанційного зондування Землі	2		3
5	Практична робота 1. Побудова алгоритму аналізу дистанційних даних з використанням логічних операцій та оцінок ймовірності		4	2
6	Практична робота 2. Реалізація алгоритму в різних середовищах програмування.		4	2
7	Практична робота 3. Реалізація алгоритмів обробки у спеціалізованому ПЗ за допомогою вбудованого середовища розробки		4	2
8	Практична робота 4. Розрахунок характеристик рослинності із залученням апроксимаційних моделей.		2	2
	<i>Контрольна робота</i>			1
	Іспит з дисципліни – 2 год.			2
	Всього за семестр	8	14	23

Примітка: слід зазначити теми, винесені на самостійне вивчення

Загальний обсяг 45 год., в тому числі:

Лекцій – **8 год.**

Практичні заняття - **14 год.**

Самостійна робота - **20 год.**

Контрольна робота - **1 год.**

Іспит – **2 год.**

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА:

Основні:

1. Landgrebe D. A. Information extraction principles and methods for multispectral and hyperspectral image data / D. A. Landgrebe // Information Processing for Remote Sensing. – Hackensack: World Scientific Publishing, 2000. – P. 3–38.

2. Лялько В. І. Застосування матеріалів багатоспектральної космічної зйомки при вирішенні задач природокористування / В. І. Лялько, М. О. Попов, О. Д. Федоровський, А. І. Воробйов, Г. М. Жолобак, З. В. Козлов, А. Г. Мичак, О. І. Сахацький, С. А. Станкевич, В. Є. Філіпович, З. М. Шпортюк // Космічні дослідження в Україні 2004-2006. – К.: НКАУ, 2006. – С. 14–21.

3. Четыркин Е. М. Статистические методы прогнозирования / Е. М. Четыркин. – М.: Финансы и статистика, 1979. – 286 с.

4. Енюков И. С. Методы, алгоритмы, программы многомерного статистического анализа / И. С. Енюков. – М.: Финансы и статистика, 1986. – 232 с.

5. Де Бор К. Практическое руководство по сплайнам / Карл де Бор. – М.: Радио и связь, 1985. – 303 с.

6. Urroz G. E. Time series and spatial data analysis with SciLab / G. E. Urroz. – Logan: InfoClearinghouse, 2001. – 64 p.

7. Schowengerdt R. A. Remote sensing: Models and methods for image processing. – San Diego: Academic Press, 2007. – 560 pp.

8. Lein J. K. Environmental sensing: Analytical techniques for Earth observation / J. K. Lein. – N.Y.: Springer, 2012. – 348 p.

9. Згуровский М. З., Павлов А. А. Принятие решений в сетевых системах с ограниченными ресурсами: Монография. – К.: Наукова думка, 2010. – 573 с.

10. Алберг Дж. Теория сплайнов и ее приложения / Дж. Алберг, Э. Нильсон, Дж. Уолш; пер. с англ. – М.: Мир, 1972. – 320 с.

Додаткові:

1. Станкевич С. А. Картирование изменений растительного покрова Киевской агломерации на основе долговременных временных рядов многоспектральных космических снимков Landsat / С. А. Станкевич, И. А. Пестова // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса – Институт космических исследований РАН. – Москва, 2014. – Т. 11. № 2. – С. 187–196.

2. Станкевич С. А. Геоінформаційний сервіс оброблення даних для оцінювання рослинності урбанізованих територій / С. А. Станкевич, І. О. Пестова // Вісник геодезії та картографії, 2014. – № 3. – С. 23–26.

3. Станкевич С. А. Дистанційна оцінка якісного стану рослинності на міських територіях на прикладі НПП «Голосіївський» [Електронний ресурс] / С. А. Станкевич, І. О. Пестова, О. О. Година, Р. С. Філософ // Електронний журнал «Наукові доповіді НУБіП України». – 2015-2(51). 12 с. – Режим доступу до журн.: http://nd.nubip.edu.ua/2015_2/5.pdf

4. Кочубей С. Н. Сахацький О. І. До можливостей оцінювання зволоженості земного покриття за багатоспектральними космічними зображеннями оптичного діапазону на прикладі території України / О. І. Сахацький, С. А. Станкевич // Доповіді НАН України, 2007. – № 11. – С. 122–128.

5. Gap Light Analyzer (GLA): Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs / Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, Canada; Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, N.Y., USA, 1999. – 36 p.

Питання до іспиту

1. Застосування математичного апарату та перехід до математичної моделі.
2. Обчислювальне середовище Sci Lab.
3. Залучення апроксимаційних моделей до розрахунку характеристик рослинності.
4. Основні види математичних методів.
5. C++: створення й використання бібліотек для обробки дистанційних даних
6. Використання логічних операцій для вирішення тематичних задач
7. Множини та матриці.
8. Python: створення й використання бібліотек для обробки дистанційних даних
9. Оцінка точності кількісного моделювання.
10. Теорія графів. Дерева рішень
11. Мова програмування IDL для аналізу даних
12. Забезпечення обміну даними та інтеоперабельності.
13. Логічні операції та формули.
14. Вбудоване середовище розробки в програмі SNAP.
15. Складання конвеєрів обробки дистанційних даних
16. Булева алгебра. Основні властивості (тотожності).
17. Вбудоване середовище розробки в програмі ENVI
18. Аналіз часових серій дистанційних даних
19. Випадкові величини. Дискретне та нормальне розподілення
20. Вбудоване середовище розробки в програмі ArcGIS
21. Використання оцінок ймовірності для вирішення тематичних задач
22. Загальні властивості алгоритмів
23. Вбудоване середовище розробки в програмі QGIS
24. Відновлення регресійних залежностей із завірковими даними