

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра геоінформаційних технологій
та космічного моніторингу Землі (№ 407)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

О.С. Бутенко
(ініціали та прізвище)

« 21 » _____ 10 _____ 2022 р

СИЛАБУС ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Методи нелінійної динаміки в геоінформаційних системах (назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: _____ 10 Природничі науки _____
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: _____ 103 Науки про Землю _____
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: _____ Космічний моніторинг Землі _____
(найменування освітньої програми)

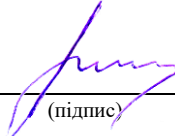
Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

Силабус введено в дію з 21.10.2022 року

Харків – 2022 р.

Розробник: Пащенко Р. Е., проф., д.т.н., проф.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


_____ (підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри геоінформаційних технологій та космічного моніторингу Землі. (№ 407)


Протокол № 3 від « 27 » вересня 2022 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доц.

 Горелик С.І.

Погоджено з представником здобувачів освіти:

Здобувач 4 року навчання

 Топчий А.С

1. Загальна інформація про викладача



Пащенко Руслан Едуардович, д.т.н., професор. З 2011 року викладає в університеті наступні дисципліни:

- захист просторово-розподілених даних в комп'ютерних системах;
- проектування баз геоданих;
- методи та методологія досліджень Землі та її геосфер;
- методи нелінійної динаміки в ГІС.

Напрями наукових досліджень: дослідження геофізичних сигналів і даних дистанційного зондування Землі з використанням методів нелінійної динаміки.

2. Опис навчальної дисципліни

Семестр, в якому викладається дисципліна – 2 семестр.

Обсяг дисципліни:

7 кредитів ЄКТС (210 годин), у тому числі аудиторних – 64 годин, самостійної роботи здобувачів – 146 годин.

Форми здобуття освіти

Денна, дистанційна.

Дисципліна – вибіркова.

Види навчальної діяльності – лекції, практичні роботи, самостійна робота здобувача.

Види контролю – поточний, модульний та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

Мова викладання – українська.

Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити) – обробка та аналіз результатів наукових досліджень з використанням ІТ, управління науковими проектами.

Необхідні обов'язкові супутні дисципліни (кореквізити) – методи космічного моніторингу навколишнього середовища.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета

Вивчення навчальної дисципліни «Методи нелінійної динаміки в геоінформаційних системах» полягає у придбанні аспірантами базових знань про основи аналізу нелінійних явищ в ГІС та сучасні методи нелінійної динаміки, а також набуття практичних навичок з застосування методів нелінійної динаміки при аналізі даних ДЗЗ для вирішення теоретичних та практичних завдань в науках про Землю й інших планет.

Завдання

Вивчення дисципліни є опанування методів нелінійної динаміки для аналізу даних дистанційного зондування Землі.

Після опанування дисципліни здобувач набуде наступні **компетентності**:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК04. Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері наук про Землю на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

СК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у науках про Землю та дотичних міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних міжнародних наукових виданнях.

СК03. Здатність генерувати нові ідеї щодо розвитку теорії та практики наук про Землю, виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СК06. Здатність до встановлення передумов застосування конкретних теорій і методів досліджень оболонок Землі, або інших планет земної групи, вибору раціональної методики польових і лабораторних робіт та оцінки необхідної точності вимірювань і якості кінцевих побудов.

СК07. Здатність із застосуванням сучасних методологій, методів та інструментів наукової діяльності за фахом ставити експеримент, обробляти отримані експериментальні дані, встановлювати аналітичні і системні залежності між об'єктами, процесами і явищами оточуючого середовища, давати прогнозні та ретроспективні оцінки розвитку природних процесів.

СК09. Здатність застосовувати комплексний підхід до аналізу різночасових контактних і дистанційних даних з використанням геоінформаційних технологій для проведення досліджень в науках про Землю

РН02. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі Землі, її геосфер, планет земної групи та процесів, що відбуваються в них, ефективно використовувати їх для отримання нових знань

та/або створення інноваційних продуктів у Науках про Землю та дотичних міждисциплінарних напрямках.

PH04. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

PH05. Глибоко розуміти загальні принципи та методи наук про Землю, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях та у викладацькій практиці.

PH06. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з наук про Землю та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів та дотриманням норм професійної і академічної етики, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

PH08. Застосовувати загальні принципи та методи математики й природничих наук, а також сучасні методи та інструменти, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для провадження досліджень у сфері наук про Землю.

PH09. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи і технології.

PH11. Розробляти методи космічного моніторингу Землі на підставі синтезу даних дистанційного зондування Землі, статистичних даних та результатів контактних вимірювань для оцінки поточного стану небезпечних процесів та явищ з визначенням подальшої тенденції їх розвитку.

Очікується, що після опанування дисципліни здобувач будуть досягнуті наступні **результати навчання** і він буде знати:

- класифікацію та правила побудови фракталів, поняття розмірності, визначення фрактальної розмірності;
- метод фазової площини, порядок побудови фазових портретів на псевдофазовій площині;
- поняття дискретного відображення, одномірні, двомірні та трьохмірні дискретні відображення, метод перетину (відображень) Пуанкаре;
- основні поняття теорії біфуркацій, універсальність Фейгенбаума;
- основні поняття теорії стійкості, стійкість по Лагранжу, Пуассону та Ляпунову;
- основи побудови фрактальних функцій, що не диференціюються;
- аналіз даних ДЗЗ з використанням фрактального методу, фазових портретів та перетинів Пуанкаре;
- методику побудови фрактальних сигналів;
- моделювання фрактальних кривих та поверхонь.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Теоретичні основи нелінійної динаміки

Тема 1. Вступ до дисципліни “Методи нелінійної динаміки в геоінформаційних системах”

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.*
- *Практична робота: «Дослідження нелінійних систем».*
- *Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): персональні комп’ютери, спеціальне програмне забезпечення.*

Загальні відомості про дисципліну. Методична побудова навчальної дисципліни і зв’язок з іншими дисциплінами. Інформаційно-методичне забезпечення дисципліни. Основні поняття нелінійної динаміки.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 6 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Основні поняття нелінійної динаміки.

Тема 2. Фрактальний метод

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 12 години*
- *Практична робота: «Методи розрахунку фрактальних розмірностей».*
- *Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): персональні комп’ютери, спеціальне програмне забезпечення.*

Поняття фракталу. Перетворення подібності та афінні перетворення, поняття ітерації. Класифікація та правила побудови фракталів. Геометричні фрактали. Алгебраїчні фрактали. Випадкові фрактали. Поняття розмірності. Топологічна розмірність. Розмірність Хаусдорфа-Безиковича. Інформаційна та кореляційна розмірності. Показник Херста. Визначення фрактальної розмірності.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 20 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Класифікація та правила побудови фракталів. Розмірність Хаусдорфа-Безиковича. Інформаційна та кореляційна розмірності. Показник Херста.

Тема 3. Методи фазової площини та перетину Пуанкаре

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 8 годин.*
- *Практична робота: «Дослідження фазових портретів».*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): персональні комп'ютери, спеціальне програмне забезпечення.*

Метод фазової площини, порядок побудови фазових портретів. Поняття псевдофазової площини. Поняття дискретного відображення. Одномірні, двомірні та трьохмірні дискретні відображення. Метод перетину (відображень) Пуанкаре.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 20 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Поняття псевдофазової площини. Поняття дискретного відображення. Одномірні, двомірні та трьохмірні дискретні відображення.

Тема 4. Основні поняття теорій біфуркацій та стійкості

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 9 годин.*

- *Практична робота: «Дослідження фрактальних функцій, що не диференціюються».*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): персональні комп'ютери, спеціальне програмне забезпечення.*

Основні поняття теорії біфуркацій. Біфуркаційна діаграма та точка біфуркацій. Універсальність Фейгенбаума. Основні поняття теорії стійкості. Стійкість по Лагранжу, Пуассону та Ляпунову. Поняття характеристичних показників Ляпунова. Основи побудови фрактальних функцій, що не диференціюються.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 26 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Універсальність Фейгенбаума. Основні поняття теорії стійкості. Стійкість по Лагранжу, Пуассону та Ляпунову.

Модульний контроль 1

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

Змістовний модуль 2. Аналіз даних ДЗЗ з використанням методів нелінійної динаміки для вирішення теоретико-практичних завдань в науках про Землю.

Тема 5. Аналіз даних ДЗЗ з використанням методів нелінійної динаміки

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 12 годин.*
- *Практична робота: «Аналіз даних ДЗЗ з використанням фрактальної розмірності та фазових портретів».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): персональні комп'ютери, спеціальне програмне забезпечення.*

Аналіз даних ДЗЗ з використанням фрактального методу. Використання фрактальної розмірності для аналізу природних явищ, що відбуваються в різних геосферах Землі. Обробка цифрових зображень з використанням поля фрактальних розмірностей. Селекція об'єктів на цифровому зображенні з використанням фрактальної розмірності. Використання фазових портретів та перетинів Пуанкаре для аналізу даних ДЗЗ.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 26 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Аналіз даних ДЗЗ з використанням фрактального методу. Селекція об'єктів на цифровому зображенні з використанням фрактальної розмірності. Використання фазових портретів та перетинів Пуанкаре для аналізу даних ДЗЗ.

Тема 6. Основи формування та обробки фрактальних сигналів

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 8 годин.*
- *Практична робота: «Дослідження фрактальних сигналів».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): персональні комп'ютери, спеціальне програмне забезпечення.*

Методика побудови фрактальних сигналів. Формування фрактальних сигналів з використанням опорних гармонійних, ЛЧМ та КФМ коливань. Тіла невизначеності фрактальних сигналів. Експериментальне дослідження фрактальних сигналів. Основи обробки фрактальних сигналів. Фільтрація фрактальних сигналів.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 22 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Формування фрактальних сигналів з використанням опорних гармонійних, ЛЧМ та КФМ коливань. Фільтрація фрактальних сигналів.

Тема 7. Використання фрактальних функцій для моделювання даних ДЗЗ

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 7 годин.*
- *Практична робота: «Моделювання даних ДЗЗ з використанням фрактальних функцій».*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): персональні комп'ютери, спеціальне програмне забезпечення.*

Побудова багатомасштабних моделей даних ДЗЗ. Застосування фрактальної розмірності для рішення задачі розпізнавання типу поверхні. Метод опорних фрактальних сигналів для визначення фрактальної розмірності відбитого від поверхні Землі сигналу. Моделювання фрактальних кривих та поверхонь.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 26 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Побудова багатомасштабних моделей поверхні Землі. Моделювання фрактальних кривих та поверхонь.

Модульний контроль 2

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

5. Індивідуальні завдання

6. Методи навчання

Використовуються наступні методи навчання: словесні (пояснення, розповідь, бесіда тощо), наочна (демонстрування) та практичні (лабораторні роботи).

7. Методи контролю

Поточний контроль (теоретичне опитування й розв'язання практичних завдань), модульний контроль (тестування за розділами курсу) та підсумковий (семестровий) контроль (іспит). Форма проведення іспиту – письмово-усна.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<i>Змістовний модуль 1</i>			
Активність під час аудиторної роботи	0...1	9	0...5 (максимальна кількість балів за цим)

			показником)
Виконання і захист практичних робіт	0...8	4	0...32
Модульний контроль	0...20	1	0...20
<i>Змістовний модуль 2</i>			
Активність під час аудиторної роботи	0...1	7	0...5 (максимальна кількість балів за цим показником)
Виконання і захист практичних робіт	0...6	3	0...18
Модульний контроль	0...20	1	0...20
<i>За семестр</i>			0...100

Прийнята шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка для екзамену, курсового проекту (роботи), практики
90-100	відмінно
75-89	добре
60-74	задовільно
01-59	незадовільно з можливістю повторного складання

Білет для іспиту складається з двох теоретичних та одного практичного запитання. Теоретичне запитання оцінюються по 30 б кожен, практичне – 40 б. Загалом 100 б. Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх.

«відмінно» – відповідає високому (творчому) рівню компетентності:

- Аспірант виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно здобувати знання, без допомоги викладача знаходить та опрацьовує необхідну інформацію, вміє використовувати набуті знання і вміння для прийняття рішень у нестандартних ситуаціях, переконливо аргументує відповіді, самостійно розкриває власні обдарування і нахили;

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, захистити всі індивідуальні завдання, виконати всі КР, здати тестування та поза аудиторну самостійну роботу.

«добре» – отримує Аспірант за двома рівнями оцінювання залежно від набраної кількості балів та відповідає достатньому (конструктивно-варіативному) рівню компетентності:

- Аспірант вільно володіє вивченим обсягом матеріалу, застосовує його на практиці, вільно розв'язує вправи і задачі у стандартних ситуаціях, самостійно виправляє допущені помилки, кількість яких незначна;

- Аспірант вміє порівнювати, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача; в цілому самостійно застосовувати її на практиці; контролювати власну діяльність; виправляти помилки, серед яких є суттєві, добирати аргументи для підтвердження думок;

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання та здати тестування.

«задовільно» – отримує Аспірант за двома рівнями оцінювання залежно від набраної кількості балів та відповідає середньому (репродуктивному) рівню компетентності:

- Аспірант відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень; з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих;

- Аспірант володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні

Незадовільно (0-59) – відповідає низькому (рецептивно-продуктивному) рівню компетентності:

- Аспірант не опанував навчальний матеріал дисципліни, не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, відсутні наукове мислення, практичні навички не сформовані.

9. Політика навчального курсу

Відпрацювання пропущених занять відбувається відповідно до розкладу консультацій, за попереднім погодженням з викладачем. Питання, що стосуються академічної доброчесності, розглядає викладач або за процедурою, визначеною у Положенні про академічну доброчесність.

10. Методичне забезпечення та інформаційні ресурси

Підручники, навчальні посібники, навчально-методичні посібники, конспекти лекцій, методичні рекомендації з проведення лабораторних робіт тощо, які видані в Університеті знаходяться за посиланням:

<http://www.library.khai.edu>

Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням:

<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=5296>

11. Рекомендована література

Базова

1. Mandelbrot B.B. Fractals: Form, Chance and Dimension / Mandelbrot B.B. – San-Francisco: Freeman, 1977. – 365 p.
2. Федер Е. Фрактали / Перекл. з англ. – М.: Мир, 2001. – 254 с.
3. Falconer K.J. Fractal Geometry. Mathematical Foundations and Applications / Falconer K.J. – Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2003. – 337 p.
4. Фрактальний аналіз процесів, структур та сигналів /колективна монографія/[Доля Г.М., Іванов В.К., Пащенко Р.Е., Стадник О.М. та ін.]; за ред. Р.Е. Пащенко. – Харків: ХТОВ НЕО «ЕкоПерспектива», 2006. – 348 с.

Допоміжна

1. Becker K.H. Dynamical Systems and Fractals / K.H. Becker, M. Dorfler. – Cambridge: Cambridge University Press, 1989. – 397 p.
2. Bende A. Fractals in Science / A. Bende, S. Halvin. – Berlin: Springer-Verlag, 1995. – 298 p.
3. Пащенко Р.Е. Основи теорії формування фрактальних сигналів. – Харків: ХТОВ "НЕО "ЕкоПерспектива", 2005. – 296 с.
4. Radar Remote Sensing Images Segmentation Using Fractal Dimension Field / V.K. Ivanov, R.E. Paschenko, O.M. Stadnik, S.Ye. Yatsevich // Proceedings of the 3rd European Radar Conference (EuRAD) as part of European Microwave Week (EuMV2006). – UK, Manchester, 2006. – P. 217 – 220.
5. Максименко Н.В. Фрактальний підхід до аналізу динаміки природних процесів / Н.В. Максименко // Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. – 2009. – № 849. Сер.: Екологія. – С. 32 – 35