

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

Кафедра геоінформаційних технологій  
та космічного моніторингу Землі (№ 407)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Голова НМК №2

  
(підпис)

М.С. Зряхов  
(ініціали та прізвище)

« 30 » 08 2019 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Космічний моніторинг Землі**

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 19 Архітектура та будівництво  
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 193 Геодезія та землеустрій  
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: Геоінформаційні системи і технології  
(найменування освітньої програми)

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:** другий (магістерський)

Харків 2019 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Космічний моніторинг Землі»  
для студентів за спеціальністю 193 Геодезія та землеустрій  
освітньою програмою Геоінформаційні системи і технології  
для студентів за спеціальністю 103 Науки про Землю  
освітньою програмою Космічний моніторинг Землі.

« 30 » серпня 2019 р., – 11 с.

Розробник:

Розробник: О.С. Бутенко, професор кафедри геоінформаційних  
технологій та космічного моніторингу Землі, д.т.н, професор



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри геоінформаційних  
технологій та космічного моніторингу Землі.

Протокол № 1 від « 28 » серпня 2019 р.

Завідувач кафедри к.т.н.



(підпис)

С.І. Горелик

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 8	<p><b>Галузь знань:</b> <u>19 Архітектура та будівництво</u></p> <p><b>Спеціальність:</b> <u>193 Геодезія та землеустрій</u></p> <p><b>Освітня програма:</b> <u>Геоінформаційні системи і технології</u></p> <p><b>Галузь знань:</b> <u>10 Природничі науки</u></p> <p><b>Спеціальність:</b> <u>103 Науки про Землю</u></p> <p><b>Освітня програма:</b> <u>Космічний моніторинг Землі</u></p> <p><b>Рівень вищої освіти:</b> <u>другий (магістерський)</u></p>	Цикл загальної підготовки
Кількість модулів – 2		<b>Навчальний рік:</b>
Кількість змістових модулів – 2		2019/2020
Індивідуальне завдання		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин* – ауд/заг год. 80*/240		1-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 год самостійної роботи студента – 10 год		<b>Лекції*</b>
		48 годин
		<b>Практичні*</b>
		32 годин
		<b>Лабораторні*</b>
	<b>Самостійна робота</b>	
	160 годин	
	<b>Вид контролю</b>	
	іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

для денної форми навчання – 80/160 год ;

\*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення** – придбання студентами базових знань про фізичні основи космічного моніторингу Землі, особливості знімальної апаратури при отриманні різнорідних даних космічного моніторингу та методи їх оброблення.

**Завдання** вивчення дисципліни «Космічний моніторинг Землі» є фізичні основи методів космічного моніторингу з урахуванням особливостей отримання даних та методів їх оброблення.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні

**знати:**

- фізичні основи космічного моніторингу Землі;
- специфіка знімальної апаратури при отриманні різнорідних даних космічного моніторингу;
- методи ідентифікації і локалізації зон інтересів на космознімках;
- методика додаткової фотограмметричної обробки даних космозображень;
- методика ієрархічної побудови даних зображень в вигляді графових моделей;
- методи отримання кількісних оцінок по даним зображень;
- метод побудови логіко-алгебраїчних моделей для прийняття рішень про стан об'єкту в умовах невизначеності по космічних знімках;
- методи формування бази даних дешифрувальних ознак;
- методика оптимізації даних моніторингу при формуванні вектору параметрів непрямих ознак;
- методика і особливості побудови продукційних правил і продукційних моделей прийняття рішень в умовах невизначеності;
- методи побудови прогнозних моделей;
- методи комплексування різночасових різнорідних даних моніторингу Землі;
- методи тематичної обробки зображень;
- метод формалізації алгоритмів тематичної обробки зображень для уніфікації процедур оброблення різночасових різнорідних даних в геоінформаційних системах;
- оверлейні операції з геомоделями по космознімкам;
- визначення зони інформативності для динамічних змінних при побудові прогнозних моделей;
- методика визначення координатних поправок при побудові прогнозних геомodelей;
- метод визначення параметрів біфуркаційної множини;
- класифікація видів невизначеності інформації при формуванні простору параметрів управління;
- систематизація методів і моделей аналізу і обробки даних космічного моніторингу Землі.

**вміти:**

- проводити обробку даних космічного моніторингу використовуючи геоінформаційні системи;
- проводити комплексний аналіз даних моніторингу;
- формувати оптимальні критерії тематичної обробки даних моніторингу;
- будувати класифікатори;
- складати продукційні правила і будувати продукційні моделі прийняття рішень в умовах невизначеності по даним космічного моніторингу;
- будувати інформаційні матриці пріоритетів рішень про стані об'єкту по космознімкам;
- будувати картографічні моделі для візуалізації результатів моделювання;

**мати уявлення:**

- про методи вибору найбільш інформативних даних вимірювань в умовах недостатньої кількості апріорних даних;

- про синергетичні методи оброблення даних для відкритих систем в умовах дії чинників техногенного навантаження процесів;
- оцінювати аномальні процеси за допомогою теорії детермінованого хаосу, теорії катастроф і нечіткої логіки;
- методи інтерпретації геопросторових і атрибутивних даних космічного моніторингу Землі;
- методика комплексного оброблення різночасових різнорідних даних моніторингу з побудовою логіко-алгебраїчних моделей для прийняття рішень про стан об'єкту в умовах невизначеності.

Міждисциплінарні зв'язки: космічна метеорологія, моделювання техногенних ситуацій з використанням геоінформаційних технологій

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 240 годин/ 8 кредитів ECTS.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Змістовий модуль 1. Технологія космічного моніторингу Землі.**

##### **Тема 1. Вступ до дисципліни «Космічний моніторинг Землі»**

Загальні відомості про дисципліну. Методична побудова курсу «Космічний моніторинг Землі» і його зв'язок іншими дисциплінами. Значення курсу в фаховій підготовці магістрів за спеціальністю: "Космічний моніторинг Землі". Інформаційно-методичне забезпечення дисципліни.

##### **Тема 2. Особливості космічного моніторингу Землі**

Поняття моніторингу Землі. Методи і засоби моніторингу. Особливості знімальної апаратури при отриманні різномірних різночасових даних космічного моніторингу. Методи ідентифікації і локалізації зон інтересів на космоснімках; методика додаткової фотограмметричної обробки даних космосображень. Методика ієрархічної побудови даних зображень в вигляді графових моделей. Методи отримання кількісних оцінок по даним зображень

##### **Тема 3. Методи комплексної обробки даних космічного моніторингу Землі**

Методи розроблення геомodelей і моделювання процесів розвитку природних аномалій за даними космічного моніторингу екосистем. Метод виявлення змін неоднорідностей по космоснімках. Методика тематичної обробки зображень

##### **Модульний контроль.**

#### **Змістовий модуль 2. Методи оброблення різночасових різномірних даних моніторингу.**

##### **Тема 4. Методика оброблення різночасових різномірних даних космічного моніторингу Землі**

Метод побудови логіко-алгебраїчних моделей для прийняття рішень про стан об'єкту в умовах невизначеності. Методика оптимізацією даних моніторингу при формуванні вектору параметрів непрямих ознак. Методика і особливості побудови продукційних правил і продукційних моделей прийняття рішень в умовах невизначеності. Методи комплексування різночасових різномірних даних моніторингу Землі. Метод формалізації алгоритмів тематичної обробки зображень для уніфікації процедур оброблення різночасових різномірних даних в геоінформаційних системах. Оверлейні операції з геомodelями по космоснімкам.

##### **Тема 5. Методи побудови прогнозних моделей**

Визначення зони інформативності для динамічних змінних при побудові прогнозних моделей; методика визначення координатних поправок при побудові прогнозних геомodelей; метод визначення параметрів біфуркаційної множини. Класифікація видів невизначеності інформації при формуванні простору параметрів управління. Методика визначення точок максимальної ентропії для відкритих систем. Алгоритм визначення оцінки та вирішальних правил для автоматизації процесу дешифрування. Метод визначення точок біфуркації для прогнозування процесів розвитку аномалій Методика визначення оператора еволюції для оцінки виникнення можливих наслідків при переході аномалій в один з типів катастроф за даними моніторингу.

##### **Модульний контроль.**

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Денна форма				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовий модуль 1. Технологія космічного моніторингу Землі.</b>					
Тема 1. Вступ до дисципліни «Космічний моніторинг Землі»	2	2	—	—	
Тема 2. Особливості космічного моніторингу Землі	46	12	4	—	30
Тема 3. Методи комплексної обробки даних космічного моніторингу Землі	62	12	10	—	40
<b>Модульний контроль</b>	1	1	—	—	—
Разом за змістовим модулем 1	111	27	14	—	70
Усього годин	111	27	14	—	70
<b>Змістовий модуль 2. Методи оброблення різночасових різнорідних даних моніторингу</b>					
Тема 4. Методи комплексної обробки даних космічного моніторингу Землі	60	10	10	—	40
Тема 5. Методи побудови прогнозних моделей	58	10	8	—	40
<b>Модульний контроль</b>	1	1	—	—	—
Разом за змістовим модулем 2	119	21	18	—	80
Усього годин	119	21	18	0	80
<b>Модуль 2</b>					
Розрахункова робота	10	—	—	—	10
<b>Контрольних захід</b>					
<b>Разом з дисципліни</b>	<b>240</b>	<b>48</b>	<b>32</b>	<b>—</b>	<b>160</b>

#### 5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
	<b>Разом</b>	

#### 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Особливості отримання даних ДЗЗ. Вікна прозорості	4
2.	Синтез зображень, отриманих в різних каналах. Урахування специфіки знімальної апаратури при обробленні різнорідних даних космічного моніторингу	6
3.	Геометричний аналіз та оверлейні операції з виділеними гомогенними	12

	фрагментами зображень.	
4.	Комплексування різнорідних даних. Методика визначення точок максимальної ентропії для відкритих систем при побудові прогнозних моделей.	10
	<b>Разом</b>	<b>32</b>

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
	<b>Разом</b>	

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1.	Особливості знімальної апаратури при отриманні різнорідних різночасових даних космічного моніторингу	15
2.	Методи формалізації алгоритмів тематичної обробки зображень для уніфікації процедур оброблення різночасових різнорідних даних	15
3.	Моделювання процесів розвитку природних аномалій за даними космічного моніторингу екосистем	15
4.	Оброблення даних ДЗЗ за допомогою ГІС-компонент	15
5.	Методика ієрархічної побудови даних зображень в вигляді графових моделей.	20
6.	Метод виявлення змін неоднорідностей по космознімках.	20
7.	Методика оптимізації даних моніторингу при формуванні вектору параметрів непрямих ознак	15
8.	Визначення зони інформативності для динамічних змінних	15
9.	Алгоритми визначення оцінки та вирішальних правил для автоматизації процесу дешифрування	10
10.	Основні методи і поняття детермінованого хаосу. Введення в синергетику	10
11.	Розрахункова робота на тему «Формалізація процесу побудови ієрархічної моделі природних аномалій»	10
	<b>Разом</b>	<b>160</b>

### 9. Індивідуальні завдання

Розрахункова графічна робота «Визначення координат геодезичних пунктів»

### 10. Методи навчання

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

### 11. Методи контролю

Поточний контроль, тестовий контроль, підсумковий контроль. Семестровий контроль у вигляді семестрового іспиту. Форма проведення іспиту – письмово-усна.



## 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1 Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Робота на лекціях	0...1	13	0...5
Виконання та захист практичних робіт	3...4	6	18...24
Модульний контроль	15...21	1	12...21
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на лекціях	0...1	11	0...5
Виконання та захист практичних робіт	3...4	5	15...20
Модульний контроль	0...25	1	15...25
Розрахункова робота	3...5		3...5
<b>Всього за семестр</b>			<b>60...100</b>

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з трьох теоретичних питань.

### 12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- фізичні основи космічного моніторингу Землі;
- специфіка знімальної апаратури при отриманні різнорідних даних космічного моніторингу;
- методи ідентифікації і локалізації зон інтересів на космознімках;
- методика додаткової фотограмметричної обробки даних космозображень;
- методика ієрархічної побудови даних зображень в вигляді графових моделей;
- методи отримання кількісних оцінок по даним зображень;
- метод побудови логіко-алгебраїчних моделей для прийняття рішень про стан об'єкту в умовах невизначеності по космічних знімках;
- методи формування бази даних дешифрувальних ознак;
- методика оптимізації даних моніторингу при формуванні вектору параметрів непрямих ознак;
- методика і особливості побудови продукційних правил і продукційних моделей прийняття рішень в умовах невизначеності;
- методи побудови прогнозних моделей;
- методи комплексування різночасових різнорідних даних моніторингу Землі;
- методи тематичної обробки зображень;
- метод формалізації алгоритмів тематичної обробки зображень для уніфікації процедур оброблення різночасових різнорідних даних в геоінформаційних системах;
- оверлейні операції з геомоделями по космознімкам;
- визначення зони інформативності для динамічних змінних при побудові прогнозних моделей;
- методика визначення координатних поправок при побудові прогнозних геомodelей;
- метод визначення параметрів біфуркаційної множини;

- класифікація видів невизначеності інформації при формуванні простору параметрів управління;
- систематизація методів і моделей аналізу і обробки даних космічного моніторингу Землі.  
Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:
- проводити обробку даних космічного моніторингу використовуючи геоінформаційні системи;
- проводити комплексний аналіз даних моніторингу;
- формувати оптимальні критерії тематичної обробки даних моніторингу;
- будувати класифікатори;
- складати продукційні правила і будувати продукційні моделі прийняття рішень в умовах невизначеності по даним космічного моніторингу;
- будувати інформаційні матриці пріоритетів рішень про стані об'єкту по космознімкам;
- будувати картографічні моделі для візуалізації результатів моделювання;

### 12.3 Критерії оцінювання роботи студента 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:

- Студент 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 Студент за двома рівнями оцінювання залежно від набраної кількості балів та відповідає достатньому (конструктивно-варіативному) рівню компетентності:

- Студент 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;
- Студент 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 Студент за двома рівнями оцінювання залежно від набраної кількості балів та відповідає середньому (репродуктивному) рівню компетентності:

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

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

- Студент 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.

### Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

### 13. Методичне забезпечення

1. Електронні описи виконання практичних завдань. <http://www.library.khai.edu>

### 14. Рекомендована література

1. Кашкин В.Б. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: учебное пособие / В.Б. Кашкин, А.И. Сухинин. — М.: Логос, 2001. — 264 с.
2. Зяцькова Л.К. Геомониторинг природной среды: в 2-х т. / Л.К. Зяцькова, И.В. Лесных. — Новосибирск: СГГА, 2004.
3. Багатоспектральні методи ДЗЗ в задачах природокористування / [В.І Лялько, О.Д. Федоровський та ін.] — Київ.: Наукова думка, 2006. — 360 с.
4. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов / Ю.П. Лукашин. — М.: Финансы и статистика, 2003. — 416 с.
5. Орловский А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации / А. Орловский. — М.: Наука, 1981. — 206 с.
6. Сучасні інформаційні технології екологічного моніторингу Чорного моря / [О.С. Бутенко, С.М. Андреев, С.И. Березина и др.] — К.:Інформаційні системи, 2010.—302 с.
7. Книжников Ю.Ф. Аэрокосмические методы географических исследований: учебное пособие / Ю.Ф. Книжников, В.И. Кравцова, О.В. Тутубалина. — М.: Академия, 2004. —336 с.
8. Красовский Г. Я., Петросов В. А. Введение в методы космического мониторинга окружающей среды. – Харьков: Гос. Аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», 1999. – 205 с.

### Допоміжна

1. Трифонова Т.А., Мищенко Н.В., Краснощеков А.Н. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях: Учебное пособие для вузов. - М.: Академический Проект, 2005. - 352 с.

### 15. Інформаційні ресурси

1. <http://www.library.khai.edu>
2. <http://www.khai-gis.info/uk/>