

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)

« 30 » \_\_\_\_\_ 08 \_\_\_\_\_ 2023 р.

## СИЛАБУС ОBOB'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Космічний моніторинг Землі

(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: другий (магістерський)**

**Силабус введено в дію з 01.09.2023 року**

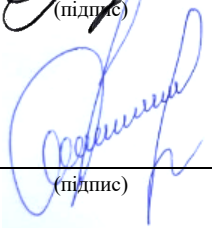
**Харків – 2023 р.**

Розробник: Бутенко О.С., проф. каф., д.т.н., проф.  
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

Топчий А.С., асист.  
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)

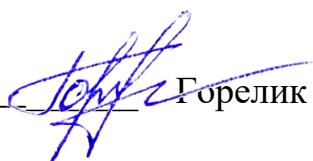


(підпис)

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

Протокол № 1 від « 30» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доц.



Горелик С.І.

Погоджено з представником здобувачів освіти:

Студентка гр 455



Фоміних А.В.  
(підпис)

## 1. Загальна інформація про викладача



Бутенко Ольга Станіславівна, доктор технічних наук, професор, професор кафедри геоінформаційних технологій та космічного моніторингу Землі.

З 2003 року викладає в університеті наступні дисципліни:

- космічний моніторинг Землі;
- супутникова геодезія;
- математичні методи і моделі в задачах ДЗЗ;
- фотограмметрія та дистанційне зондування Землі;
- вища геодезія;
- методи розпізнавання об'єктів в задачах ДЗЗ та інш.

Напрями наукових досліджень: тематичне оброблення даних аерокосмічного моніторингу Землі, геоінформаційні технології в системах прийняття рішень по даним ДЗЗ, аерокосмічні методи в науках про Землю.

## 2. Опис навчальної дисципліни

**Семестр, в якому викладається дисципліна** – 1 семестр.

**Обсяг дисципліни:**

**8** кредитів ЄКТС (240 годин), у тому числі аудиторних – 64 години, самостійної роботи здобувачів – 176 годин.

**Форми здобуття освіти**

Денна, дистанційна.

**Дисципліна** - обов'язкова

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

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

**Мова викладання** – українська.

**Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити)** – дисципліни бакалаврського рівня за спеціальністю..

**Необхідні обов'язкові супутні дисципліни (кореквізити)** – ГІС в управлінні територіями.

### 3. Мета та завдання навчальної дисципліни

#### Мета

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.

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

ЗК1 – здатність до адаптації і дії в новій ситуації.

ЗК2 – вміння виявляти, ставити, вирішувати проблеми.

ЗК3 – здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК4 – здатність працювати в міжнародному контексті.

ЗК5 – здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

ФК1 – розуміння необхідності дотримання норм авторського і суміжних прав інтелектуальної власності; сприйняття державної та міжнародної систем правової охорони інтелектуальної власності.

ФК2 – знання сучасних засад природокористування, взаємодії природи і суспільства із застосуванням раціонального використання природних ресурсів, екологічних аспектів та основ природоохоронного законодавства.

ФК3 – розуміння планети як єдиної системи, найважливіших проблем її будови та розвитку.

ФК4 – володіння сучасними методами досліджень, які використовуються у виробничих та науково-дослідницьких організаціях при вивченні Землі, її геосфер та їхніх компонентів.

ФК5 – здатність застосовувати знання і необхідні практичні навички з планування, організації, мотивування, контролю та регулювання діяльності профільних підприємств і установ.

ФК6 – уміння застосовувати наукові знання і практично втілювати їх для розробки та впровадження механізмів геопланування, територіального планування, проведення моніторингу розвитку регіонів, складання стратегічних планів і програм.

ФК7 – уміння застосовувати комплексний підхід до аналізу різнорідних даних з використанням геїонформаційних систем і технологій для вирішення практичних завдань в науках про Землю.

ФК8 – вміння застосовувати методи та методики оброблення даних дистанційного зондування Землі для оцінки поточного стану природних і антропогенних об'єктів та виявлення тенденцій змін їх геометричних та топологічних характеристик.

ПРН1 – аналізувати особливості природних та антропогенних систем і об'єктів геосфер Землі.

ПРН2 – застосовувати свої знання для визначення і вирішення проблемних питань і прийняття обґрунтованих рішень в науках про Землю.

ПРН3 – вміти спілкуватися з фахівцями та експертами різного рівня інших галузей знань, у тому числі в міжнародному контексті, в глобальному інформаційному середовищі.

ПРН4 – розробляти, керувати та управляти проектами в науках про Землю, оцінювати і забезпечувати якість робіт.

ПРН6 – вміти здійснювати екологічну оцінку, аудит, ліцензування, сертифікацію використання природних ресурсів, прогнозувати розвиток екологічних, технологічних, економічних та соціальних наслідків на окремих об'єктах природокористування.

ПРН7 – знати сучасні методи дослідження Землі та її геосфер і вміти їх застосовувати у виробничій та науково-дослідницькій діяльності.

ПРН10 – вирішувати практичні задачі наук про Землю (за спеціалізацією) з використанням теорій, принципів та методів різних спеціальностей з галузі природничих наук.

ПРН11 – використовувати сучасні методи моделювання та обробки геоінформації при проведенні інноваційної діяльності.

ПРН12 – самостійно планувати виконання інноваційного завдання та формулювати висновки за його результатами.

ПРН13 – оцінювати еколого-економічний вплив на довкілля при впровадженні інженерних заходів та проектувати природоохоронні заходи.

ПРН14 – розробляти методи космічного моніторингу Землі на підставі комплексування даних дистанційного зондування Землі, статистичних даних та результатів контактних вимірювань для виявлення небезпечних процесів та явищ, оцінки їх розвитку у часі й просторі з метою визначення тенденцій їх подальшого розвитку.

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

- методи оброблення різночасових даних космічного моніторингу Землі;
- комплексування ріднорідних даних моніторингу;
- прийняття рішень щодо поточного стану об'єктів моніторингу по результатах тематичної обробки та в умовах апріорної невизначеності;
- методи прогнозування динаміки змін об'єктів спостережень.

#### 4. Зміст навчальної дисципліни

##### Семестр 1.

##### Модуль 1

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

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

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.*
- *Практична робота: відсутня*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Загальні відомості про дисципліну. Методична побудова курсу «Космічний моніторинг Землі» і його зв'язок іншими дисциплінами. Значення курсу в

фаховій підготовці магістрів за спеціальністю: "Науки про Землю".  
Інформаційно-методичне забезпечення дисципліни.

*Обсяг самостійної роботи здобувачів: 1 година.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

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

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

- *Обсяг аудиторного навантаження: 13 годин.*

- *Практична робота: "Особливості отримання даних ДЗЗ"*

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

Поняття моніторингу Землі. Методи і засоби моніторингу. Особливості знімальної апаратури при отриманні різномірних різночасових 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

*Обсяг самостійної роботи здобувачів: 35 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

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

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

- *Обсяг аудиторного навантаження: 20 годин.*

- *Практична робота: "Синтез зображень, отриманих в різних каналах.*

*Урахування специфіки знімальної апаратури при обробленні різномірних даних космічного моніторингу"*

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

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

*Обсяг самостійної роботи здобувачів: 47 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

### **Модульний контроль 1**

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

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години*

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

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

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

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

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

- *Обсяг аудиторного навантаження: 16 годин.*

- *Практична робота: “Моделювання процесів розвитку природних аномалій за даними космічного моніторингу в умовах невизначеності”*

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

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 різнорідних даних моніторингу Землі. Метод формалізації алгоритмів тематичної обробки зображень для уніфікації процедур оброблення різночасових різнорідних даних в геоінформаційних системах. Оверлейні операції з геомоделями по космознімкам.

*Обсяг самостійної роботи здобувачів: 42 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

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

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

- *Обсяг аудиторного навантаження: 14 годин.*

- *Практична робота: “Комплексування різнорідних даних. Методика визначення точок максимальної ентропії для відкритих систем при побудові прогнозних моделей.”*

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

Визначення зони інформативності для динамічних змінних при побудові прогнозних моделей; методика визначення координатних поправок при побудові прогнозних геомоделей; 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.

*Обсяг самостійної роботи здобувачів: 50 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

### **Модульний контроль 2**

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

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години*

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

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

## **5. Індивідуальні завдання**

9 семестр

Розрахункова робота: «Побудова вирішальних правил для автоматизації основних етапів тематичної обробки даних ДЗЗ».

## **6. Методи навчання**

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

<b>Складові навчальної роботи</b>	<b>Бали за одне заняття (завдання)</b>	<b>Кількість занять (завдань)</b>	<b>Сумарна кількість балів</b>
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання та захист практичних робіт	3...5	4	15...20
Модульний контроль	10...15	1	15...25
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання та захист	3...5	4	15...20



лабораторних робіт			
Модульний контроль	10...15	1	15...25
<b>Всього за семестр</b>			<b>60...100</b>

### 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:

- 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, здати тестування та поза аудиторну самостійну роботу.

«добре» – студент отримує 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» – студент отримує 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.

## 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.

## 13. Методичне забезпечення

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

[http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/\\_A\\_A\\_Kosmichni\\_Monitoring.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/_A_A_Kosmichni_Monitoring.pdf)

Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням:

<https://mentor.khai.edu/enrol/index.php?id=3308>

## 14. Рекомендована література

1. Фотограмметрія та дистанційне зондування Землі : навч. посіб. до виконання курс. робіт / О. С. Бутенко, С. І. Горелик, В. О. Ковальова ; М-во

освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т". - Харків. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2020. - 72 с.

2. Багатоспектральні методи ДЗЗ в задачах природокористування / [В.І Лялько, О.Д. Федоровський та ін.] — Київ.: Наукова думка, 2006. — 360 с.

3. Андреев С. М. Анімаційні геозображення та 3D-моделі місцевості [Текст] : навч.-метод. посіб. / С. М. Андреев, В. А. Жилін, А. С. Нечаусов. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2022. – 96 с.

4. Пащенко Р. Е. Методи дослідження Землі та її геосфер [Текст] : навч. посіб. / Р. Е. Пащенко. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2022. – 176 с.

5. Зубкович С. О. Метеорологія та кліматологія [Текст]: конспект лекцій / С. О. Зубкович. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2020. – 40 с.

6. Даншина С. Ю. Комп'ютерні технології для ГІС-додатків. Частина 1. Загальні принципи організації комп'ютерних технологій [Текст] : конспект лекцій / С. Ю. Даншина. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2023. – 88 с.

7. Сучасні інформаційні технології екологічного моніторингу Чорного моря / [О.С. Бутенко, С.М. Андреев, С.І. Березіна и др.] — К.:Інформаційні системи, 2010.—302 с.

### Допоміжна

1. Complex space monitoring data analysis to determine environmental trends of Poland-Ukraine border areas / O. Butenko, S. Gorelik, I. Krasovska, Y.Zakharchuk // Architecture, Civil Engineering, Environment. – 2020. – Vol. 13, is. 2. – P. 39–56. DOI: <http://doi:10.21307/acee-2020-016>.

2. Geospatial data processing characteristics for environmental monitoring tasks / O. Butenko, S. Gorelik, O. Zynyuk // Architecture, Civil Engineering,

Environment. – Vol.13, Is. 1. – P. 103–114. DOI: <https://doi.org/10.21307/ACEE-2020-008>.

3. Determining perturbing factor of changes in the ecological state of monitored objects/ Butenko, O., Horelyk, S., Krasovska, I., Gnatyuk, S. // CEUR Workshop Proceedings this link is disabled, 2021, 3021, P. 43–52 <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57290795400>

4. R. Pashchenko, O. Butenko, M. Mariushko and A. Topchiy, "Analysis of the Earth's Surface Type in Remote Sensing Using Fractal Dimension," 2020 IEEE Ukrainian Microwave Week (UkrMW), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/UkrMW49653.2020.9252811.

5. Assessment of the Dynamics of Environmental Changes in Eastern Ukraine using the Data of the Earth Space Monitoring / O. Butenko, S. Gorelik, A. Topchiy, T. Bryzhachenko // Advanced Information Systems. 2020. Vol. 4, no. 1, p. 130-135. DOI: [doi.org/10.20998/2522-9052.2020.1.20](https://doi.org/10.20998/2522-9052.2020.1.20).

6. O. Butenko, S. Gorelik, D. Gusakov, K. Buravchenko Aerogeodesis monitoring of potential areas of spontaneous combustion of the forest. - Сучасні інформаційні системи. Науково-технічний журнал.– Вип. 1(2). – 2017. – С. 33-36.