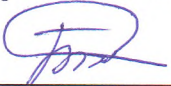


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра геоінформаційних технологій та космічного моніторингу Землі (407)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 Ольга БУТЕНКО

«30» серпня 2024 р.

**СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Методи космічного моніторингу навколишнього середовища

Галузь знань: 10 Природничі науки
Спеціальність: 103 Науки про Землю
Освітня програма: Дистанційні аерокосмічні дослідження

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

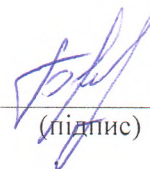
Форма навчання: денна та заочна

Силабус введено в дію з 01.09.2024 року

Харків – 2024 р.

Розробник:

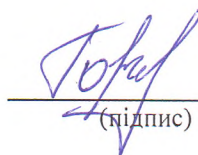
Доцент кафедри геоінформаційних технологій та космічного моніторингу Землі, кандидат технічних наук, доцент Станіслав ГОРЕЛИК


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри геоінформаційних технологій та космічного моніторингу Землі факультету ракетно-космічної техніки:

Протокол № 8 від 29.08.2024 року

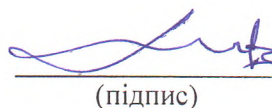
Завідувача кафедри
геоінформаційних технологій та
космічного моніторингу Землі,
кандидат технічних наук, доцент


(підпис)

Станіслав ГОРЕЛИК

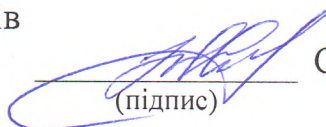
Погоджено:

Завідувач відділу аспірантури і
докторантури


(підпис)

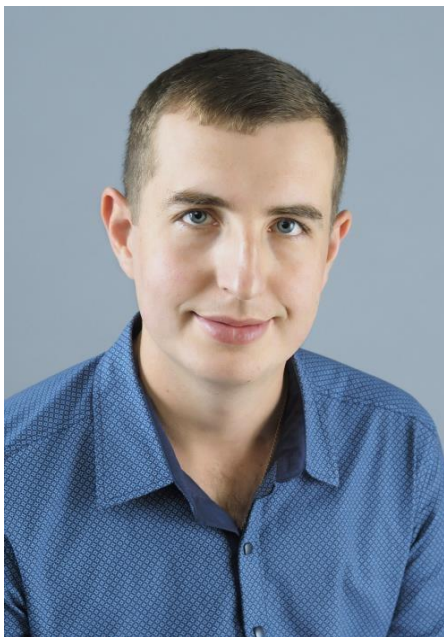
Володимир СЕЛЕВКО

В. о. голови наукового товариства
студентів, аспірантів, докторантів
і молодих вчених


(підпис)

Семен ЖИЛА

Загальна інформація про викладача



Горелик Станіслав Ігорович, к.т.н., доцент. З 2014 року викладає в університеті наступні дисципліни:

- геологія та геоморфологія;
- геодезія;
- математична обробка геодезичних вимірів;
- тематичне дешифрування та інтерпретація даних дистанційного зондування.

- методи космічного моніторингу навколишнього середовища

Напрями наукових досліджень: розробка систем космічного моніторингу за екологічним станом навколишнього середовища; геоінформаційні системи та технології; аерокосмічні методи в науках про Землю.

1. Опис навчальної дисципліни

Форма навчання – денна, заочна

Семестр, в якому викладається дисципліна – 1

Дисципліна – обов'язкова

Загальна кількість годин за навчальним планом – 150 годин / 5 кредитів ЄКТС:

за денною формою навчання 64 години аудиторних занять та 86 годин самостійної роботи здобувачів;

за заочною формою навчання 16 годин аудиторних занять та 134 години самостійної роботи здобувачів.

Види занять – лекції, практичні (семінари).

Вид контролю – поточний, модульний контроль, іспит

Мова викладання – українська

Пререквізити – Обробка та аналіз результатів наукових досліджень з використанням ІТ.

Кореквізити – Методи нелінійної динаміки в геоінформаційних системах.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: Вивчення навчальної дисципліни «Методи космічного моніторингу навколишнього середовища» полягає у придбанні аспірантами базових знань про методи космічного моніторингу навколишнього природного середовища і фізичні основи космічного моніторингу Землі та інших планет, особливості знімальної апаратури при отриманні різномірних даних космічного моніторингу та методи їх оброблення.

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

Компетентності, які набуваються:

Загальні компетентності (ЗК)

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.

Спеціальні компетентності (СК)

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 прогностичні та ретроспективні оцінки розвитку природних процесів.

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

Програмні результати навчання:

РН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з наук про Землю і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

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.

РН05. Глибоко розуміти загальні принципи та методи наук про Землю, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях та у викладацькій практиці.

РН08. 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.

РН11. 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.

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Система космічного моніторингу Землі

Тема 1. Вступ до дисципліни «Методи космічного моніторингу навколишнього середовища.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): не потрібне.*

Дистанційне зондування Землі (ДЗЗ), як процес отримання оперативних і різнорідних даних в задачах космічного моніторингу навколишнього середовища.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 7 години.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 2. Історія розвитку й основні завдання космічного моніторингу

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): не потрібне.*

Історичний опис розвитку ДЗЗ від перших знімків з повітряної кулі до зйомки з космічних апаратів. Сучасні вектори розвитку ДЗЗ. Головні завдання космічного моніторингу Землі. Вимоги до даних ДЗЗ в залежності від завдань.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 7 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Основні напрямки розвитку БПЛА, космічних апаратів.

Тема 3. Типи космічних систем ДЗЗ та наземна інфраструктура з прийому, обробки й розповсюдження даних.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): не потрібне.*

Класифікація космічних апаратів. Організація дистанційного зондування Землі у національному центрі управління та випробувань космічних засобів (НЦУВКЗ) Державного космічного агентства України.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 7 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Методика та принципи отримання даних з супутників.

Тема 4. Типи космічних систем ДЗЗ та наземна інфраструктура з прийому, обробки й розповсюдження даних.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): не потрібне.*

Електромагнітне випромінювання. Вплив атмосфери на випромінювання. Вікна прозорості атмосфери. Типи орбіт штучних супутників Землі (ШСЗ) та інших планет. *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 7 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Практичне використання різних діапазонів електромагнітного випромінювання.

Тема 5. Технічні засоби зондування Землі з космосу.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): не потрібне.*

Загальна будова ШСЗ. Бортове зондуєче устаткування. Пасивні та активні сенсори.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 7 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Основні штучні супутники Землі, що використовуються в завданнях ДЗЗ.

Тема 6. Обробка космічних знімків.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 години.*
- *Практична робота: «Аналіз програмного забезпечення по обробці космічних знімків».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): персональний комп'ютер, ПЗ ArcGIS або вільне ПЗ QGIS.*

Цифрове представлення дистанційних даних. Етапи обробки зображення космічних знімків. Поняття про шуми на зображеннях та методах їх усунення. Покращення якості зображення. Класифікація зображення.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 7 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Основні штучні супутники Землі, що використовуються в завданнях ДЗЗ.

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.

Змістовий модуль 2. Методи космічного моніторингу навколишнього середовища

Тема 7. Методи космічного моніторингу атмосфери.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 8 годин.*
- *Практична робота: «Космічний моніторинг атмосфери».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): персональний комп'ютер, ПЗ ArcGIS або вільне ПЗ QGIS.*

Будова атмосфери. Хімічний склад атмосфери. Джерела і типи забруднення атмосфери. Методи космічного моніторингу за хімічним складом атмосфери. Визначення за даними ДЗЗ поллютантів. Методи космічного моніторингу метеорологічних умов. Визначення небезпечних атмосферних явищ за даними ДЗЗ.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 8 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Веб-портали даних про хімічний склад атмосфери за даними ДЗЗ

Тема 8. Методи космічного моніторингу літосфери.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 8 годин.*
- *Практична робота: «Космічний моніторинг літосфери».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): персональний комп'ютер, ПЗ ArcGIS або вільне ПЗ QGIS.*

Будова верхньої частини літосфери. Методи визначення будови та складу верхньої частини земної кори. Методики визначення хімічного складу гірських порід для рішення прикладних завдання наук про Землю. Визначення головних забруднювачів грантового покриву. Методи визначення забруднення поверхні Землі.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 9 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Можливості даних ДЗЗ для пошуку корисних копалин.

Тема 9. Методи космічного моніторингу гідросфери.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 8 годин.*
- *Практична робота: «Космічний моніторинг гідросфери».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): персональний комп'ютер, ПЗ ArcGIS або вільне ПЗ QGIS.*

Принципова будова гідросфери. Поверхневі та підземні води. Класифікація водних об'єктів. Методи визначення типу водних об'єктів. Методики космічного моніторингу за водними об'єктами. Методики визначення глибини залягання підземних вод за даними ДЗЗ. Визначення потенційних джерел

забруднення гідросфери за дистанційними даними

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 9 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Методики космічного моніторингу Землі при визначенні гідрологічного режиму річок.

Тема 10. Методи космічного моніторингу біосфери.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 8 годин.*
- *Практична робота: «Космічний моніторинг біосфери».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): персональний комп'ютер, ПЗ ArcGIS або вільне ПЗ QGIS.*

Склад та будова біосфери. Межі розповсюдження біосфери. Методи космічного моніторингу за рослинним і тваринним світом. Методики визначення типу рослинності та їх стану за даними ДЗЗ. Методи визначення антропогенного впливу біосфери за дистанційними даними.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 9 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Визначення стану лісів за індексами NDVI.

Тема 11. Методи космічного моніторингу небезпечних явищ та надзвичайних ситуацій (НС).

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.*
- *Практична робота: «Космічний моніторинг небезпечних явищ та надзвичайних ситуацій».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): персональний комп'ютер, ПЗ ArcGIS або вільне ПЗ QGIS.*

Класифікація небезпечних явищ та НС. Методи космічного моніторингу за пожежами, повеннями, землетрусами тощо.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 9 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Космічний моніторинг небезпечних явищ та надзвичайних ситуацій.

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.

4. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання в рамках дисципліни не передбачені.

5. Методи навчання

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

6. 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.

7. Критерії оцінювання результатів навчання здобувачів та розподіл балів, які вони отримують

7.1. Розподіл балів, які отримують здобувачі (кількісні критерії оцінювання)

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	6	0...5
			(максимальна кількість балів за цим показником)
Виконання і захист практичних робіт	0...5	1	0...5
Модульний контроль	0...30	1	0...30
<i>Змістовний модуль 2</i>			
Активність під час аудиторної роботи	0...1	10	0...5
			(максимальна кількість балів за цим показником)
Виконання і захист практичних робіт	0...5	5	0...25
Модульний контроль	0...25	1	0...30
За семестр			0...100

Підсумковий (семестровий) контроль проводиться з метою оцінювання результатів навчання, засвоєного здобувачем вищої освіти теоретичного та практичного матеріалу з навчальної дисципліни методологія педагогічної діяльності, який формується до його початку на основі суми балів модульних оцінок (кількість балів, отриманих здобувачем вищої освіти під час виконання модульного контролю) і балів поточного контролю та за згодою здобувача може зараховуватися як контрольний захід – семестровий іспит.

Контрольний захід – семестровий іспит можуть складати здобувачі, які бажають підвищити підсумкову модульну оцінку. Під час складання контрольного заходу – семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

7.2. Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Рівень компетентності здобувача за підсумками навчання визначається за такими критеріями:

Відмінно (90–100). Теоретичний зміст дисципліни (курсу) засвоєний здобувачем повністю, необхідні практичні навички роботи з навчальним матеріалом повністю сформовані, усі навчальні завдання, що передбачені силабусом, виконані в повному обсязі, робота без помилок або з однією незначною помилкою.

Добре (75–89). Теоретичний зміст курсу засвоєний повністю, практичні навички роботи з навчальним матеріалом в основному сформовані, усі навчальні завдання, що передбачені силабусом, виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальною кількістю балів, деякі види завдань виконані з помилками, робота має декілька незначних помилок або одну-дві значні помилки.

Задовільно (60–74). Теоретичний зміст дисципліни засвоєний частково, деякі практичні навички роботи з навчальним матеріалом не сформовані, частина передбачених силабусом завдань не виконана або якість виконання деяких з них оцінено кількістю балів, близькою до мінімальної, відповідь (в усній або письмовій формі) фрагментарна, непослідовна.

Незадовільно (0-59). Здобувач має фрагментарні знання, що базуються на попередньому досвіді, але не здатен формулювати визначення понять, класифікаційні критерії та тлумачити їхній зміст, не може використовувати знання під час вирішення практичних завдань.

Відповідно до п. 3.2. Положення про рейтингове оцінювання досягнень студентів у Національному аерокосмічному університеті ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» здобувачу можуть призначатися бали за інші активності, пов'язані з навчальною дисципліною, які нараховуються та можуть бути враховані в загальній оцінці за семестр. Бали, зокрема, можуть призначатися за такі активності, пов'язані з навчальною дисципліною, як:

- участь у науковому комунікативному заході (конференції, семінарі, круглому столі тощо) із написанням тез наукової доповіді за предметом навчальної дисципліни (20 балів);

- участь у другому турі Всеукраїнської олімпіади відповідного напрямку (20 балів);

- участь (прослуховування) не менше у 5 вебінарах, пов'язаних з навчальною дисципліною (3-15 балів);

- участь у тренінгу, пов'язаному з навчальною дисципліною (15 балів);

- проходження онлайн-курсу, пов'язаного з навчальною дисципліною (20 балів);

- участь та отримання рейтингового місця в тематично пов'язаному із предметом навчальної дисципліни студентському конкурсі (30 балів);

- розробленні та створення дидактичного матеріалу за тематикою предмета навчальної дисципліни (15 балів) (підтвердження – наявність дидактичного матеріалу);

- проведення правоосвітнього заходу з учнями шкіл та інших навчальних закладів за тематикою навчальної дисципліни (20 балів);

- написання реферату /презентації, доповіді (5 балів);

- інші активності, пов'язані з навчальною дисципліною, за попереднім погодженням із науково-педагогічним працівником, який викладає навчальну дисципліну.

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

8. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Здобувачі, які за певних обставин не можуть регулярно відвідувати практичні заняття, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання. Здобувачі, які станом на початок екзаменаційної сесії мають понад 70 % невідпрацьованих пропущених занять, до відпрацювання не допускаються.

Дотримання вимог академічної доброчесності. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Під час виконання індивідуальної самостійної роботи до захисту допускаються реферати, які містять не менше 60 % оригінального тексту при перевірці на плагіат, есе – 70 %.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

9. 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://www.library.khai.edu>

Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням:
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=5201>

10. Рекомендована література

Базова:

1. Фотограмметрія і дистанційне зондування : навч. посіб. до проведення практ. і лаб. робіт / О. С. Бутенко, С. І. Горелик ; 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", 2018. - 52 с.
2. Дистанційне зондування з основами фотограмметрії : Навчальний посібник / В. В. Білоус, С. П. Боднар, Т. М. Курач, А. М. Молочко, Г. О. Патищенко, І. О. Плісецька ; упоряд. Т. М. Курач. — К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2011. — 367 с.
3. Дистанційні дослідження Землі: Навч. підручник. / Б.П. Муха, Г.Р. Байрак – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 600 с.
4. Зацерковний В.І. Дистанційне зондування Землі. Фізичні основи. — Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2018. — 380 с.
5. Моніторинг довкілля: підручник/ Боголюбов В. М., Клименко М. О., Мокін В. Б. та ін.; під ред. В. М. Боголюбова. 2-е вид., перероб. і доп. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 232 с.

Допоміжна:

1. 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 // Сучасні інформаційні системи. – 2020. – Т. 4, № 1. – С. 130-135.
2. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / В. І. Лялько та ін. - К.: Наук. думка, 2006. - 357 с.
3. Моніторинг навколишнього середовища з використанням космічних знімків супутника NOAA / С.О.Довгий, С.М.Андрєєв, Г.Я.Красовський. - К.: 2013.-314с.
4. Путренко, В.В. Визначення якості повітря на основі інтелектуального аналізу даних дистанційного зондування / В.В. Путренко, С.Ю. Назаренко // Математичне моделювання в економіці. – 2016 – №3-4. – с. 176-187.
5. On the cryogenic nature of the large hills of Mars / V.Yakovlev, S.Horelik, Y.Lytvynenko // Planetary and Space Science. – Volume 208, 15 November 2021 – Article 105340 P.13 <https://doi.org/10.1016/j.pss.2021.105340>