

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМ. М. Є. ЖУКОВСЬКОГО
«ХАРКІВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»

КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ІМ. О.О. ЗЕЛЕНСЬКОГО (№ 504)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Гарант освітньої програми

 Олександр ТОЦЬКИЙ

31 серпня 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«Інтелектуальна обробка даних дистанційного зондування»
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Інформаційні мережі зв'язку»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2021 рік

Розробники: АБРАМОВ Сергій, доцент каф. 504, к.т.н., доцент 
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання) (підпис)

АБРАМОВА Вікторія, доцент каф. 504, к.т.н. 
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання) (підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри
інформаційно-комунікаційних технологій ім. О.О. Зеленського №504
(назва кафедри)

Протокол № 1 від 31 серпня 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь і вчене звання)



Володимир ЛУКІН
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5	<p>Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації» (шифр і найменування)</p> <p>Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка» (код і найменування)</p> <p>Освітня програма «Інформаційні мережі зв'язку» (найменування)</p> <p>Рівень вищої освіти: другий (магістерський)</p>	Обов'язкова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 4		2021/2022
Індивідуальне завдання <u>не передбачене навчальним планом</u>		Семестр
		10-й
Загальна кількість годин – 48/150		Лекції*
		32 години
		Практичні*
		16 годин
		Лабораторні*
	- годин	
	Самостійна робота	
	102 години	
	Вид контролю	
	модульний контроль, іспит	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи здобувача – 6,4		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 48/102.

* Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: ознайомлення студентів із основними завданнями, що існують в сфері обробки даних дистанційного зондування та методами, що використовуються для їх вирішення.

Завдання: формування у студентів теоретичних знань про загальні принципи роботи сучасних систем дистанційного зондування (ДЗ) землі та основних завдань, що виникають в сфері обробки зображень, отриманих цими системами; формування практичних навичок застосування сучасних методів аналізу та обробки зображень ДЗ.

Компетентності, які набуваються:

- Здатність виявляти наукову сутність проблем у професійній сфері, знаходити адекватні шляхи щодо їх розв'язання.
- Здатність до самостійного навчання новим методам дослідження, до зміни наукового і науково-виробничого профілю своєї професійної діяльності.
- Здатність досліджувати проблеми з використанням системного аналізу, синтезу, комп'ютерного моделювання та методів оптимізації.
- Здатність генерувати нові ідеї (креативність), самостійно здобувати за допомогою інформаційних технологій і використовувати в практичній діяльності нові знання і вміння, в тому числі в нових галузях знань, безпосередньо не пов'язаних зі сферою діяльності.
- Здатність аналізувати, верифікувати, оцінювати повноту інформації в ході професійної діяльності, за необхідності доповнювати й синтезувати відсутню інформацію й працювати в умовах невизначеності.
- Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення завдань в сфері розподілу і обробки інформації.
- Здатність продемонструвати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки освітніх програм у телекомунікації та радіотехніці.
- Здатність розробляти методичні і нормативні документи, що стосуються сфери розподілу та обробки інформації.
- Здатність визначати ефективність рішень в сфері розподілу та обробки інформації з використання аналітичних методів і методів моделювання.
- Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми.
- Вдосконалювати методи та технічні засоби оцінювання якості продукції та послуг з використанням інформаційних технологій.
- Аналізувати стан науково-технічної проблеми та визначати мету і завдання проектування систем управління якістю на основі вивчення світового досвіду.
- Здатність до ефективної комунікаційної взаємодії (спілкуватись, сприймати інші точки зору та пропозиції тощо) як державною, так і іноземною мовами.
- Здатність забезпечити виконання норм законодавства України відносно інтелектуальної власності та свідомо її застосовувати для захисту прав та економічних інтересів колективу на інтелектуальну власність.
- Здатність використовувати знання з математичних і логічних побудов, які є підґрунтям оптимізації інформаційних систем та мереж, їх окремих пристроїв, що проектуються, експлуатуються чи досліджуються.
- Здатність до інноваційної діяльності у галузі зв'язку та інформатики, сучасні завдання щодо створення Глобального інформаційного суспільства.
- Здатність до формування ринку інформаційних та телекомунікаційних послуг, формування вимог до якості надавання послуг.

Очікувані результати навчання:

- Знання і розуміння сучасних методів ведення науково-дослідних робіт, фізико-математичних методів, що застосовуються в інженерній і дослідницькій практиці, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.
- Знання основ наукових досліджень, методів пошуку нових інноваційних наукових та технічних рішень.
- Знання сучасних методів і програмного забезпечення побудови адекватних теоретичних моделей і способів їх обґрунтування.
- Знання з математичних і логічних побудов, які є основою оптимізації інформаційних систем та мереж, їх окремих пристроїв, що проектуються, експлуатуються чи досліджуються.
- Знання щодо принципів формування ринку інформаційних та телекомунікаційних послуг, принципів розрахунку економічних показників, а також якості надавання послуг.
- Знання основних принципів реалізації інформаційних та телекомунікаційних мереж на різних етапах життєвого циклу.
- Знання основ професійно-орієнтованих дисциплін спеціальності, технологій та загальних положень проектування інформаційних систем та мереж, їх складових частин, методики розрахунків.
- Уміння використовувати інформацію про технічні характеристики, конструктивні особливості, призначення та умови експлуатації устаткування та обладнання при вирішенні задач з розподілу та обробки інформації.
- Знання принципів керування інформаційними мережами, керування та методів оцінювання якості їх функціонування та надання послуг.
- Здатність використовувати професійно-профільовані знання й практичні навички роботи з автоматизованими діагностичними контрольно-вимірвальними комплексами.

Прекревізити – «Основи програмування».

Кореквізити – «Web-програмування», «Обробка мультимедійних даних», «Супутникові і наземні системи передачі даних».

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Особливості сучасних систем дистанційного зондування.

Тема 1. Поняття про інтелектуальну обробку даних.

Поняття інтелектуальної системи. Класифікація інтелектуальних систем та їх особливості. Пайплайн обробки мультимедійних даних та його специфіка у застосуванні до даних ДЗ.

Тема 2. Призначення і класифікація систем дистанційного зондування. Носії засобів ДЗ. Области використання даних ДЗ. Склад комплексу ДЗ із космосу. Класифікація апаратури, що реєструє сигнал.

Тема 3. Системи отримання зображень та системи отримання кількісних характеристик випромінювання.

Фотографічні і фототелевізійні системи. Види космічної фотозйомки. Телевізійні системи. Системи кадрового телебачення. Системи з механічним скануванням. Системи паралельного огляду з електронним скануванням. Скануючі системи НВЧ-діапазону. Системи активної радіолокації. Системи пасивної радіолокації. Скатерометри. Радіовисотоміри. Спектрометри. Лідарні системи.

Тема 4. Зондування в оптичному, інфрачервоному та НВЧ-діапазоні.

Активні та пасивні методи. Коефіцієнт спектральної яскравості. Зондування водних об'єктів. Коефіцієнт дзеркального відбиття. Коефіцієнт дифузного відбиття. Зондування поверхні суші. Ґрунти та мінерали. Рослинний покрив. Сніг і крига. Зондування атмосфери. Радіолокатори з реальною (РРА) та синтезованою (РСА) апертурою антени. Рівняння радіолокації. Ефективна поверхня розсіювання. Питома ефективна поверхня розсіювання.

Діелектрична проникність. Поляризаційні характеристики. Пасивні методи зондування. Радіоєскравісна температура.

Модульний контроль

Змістовний модуль 2. *Методи аналізу зображень дистанційного зондування*

Тема 1. Узагальнена модель цифрового зображення ДЗ.

Особливості зображень ДЗ. Класифікація типів завад и переключень, що спотворюють зображення ДЗ. Моделі типових завад. Вплив апаратної функції системи. Шуми квантування. Напрямки спрощення узагальненої моделі.

Тема 2. Критерії якості зображень.

Поняття якості зображень. Класичні критерії якості зображень. Візуальні критерії якості зображень. Критерії визначення якості зображень без еталону.

Тема 3. Оцінювання характеристик завад на зображеннях ДЗ.

Поняття про корельовані і некорельовані завади. Автоматичні методи визначення ступеня корельованості завад. Автоматичні методи визначення спектру завад. Типові моделі завад для зображень, отриманих різними системами. Методи оцінювання характеристик завад у просторовій області. Методи оцінювання характеристик завад у спектральній області. Оцінювання характеристик складних завад. Використання багатоканальності даних ДЗ в задачі автоматичного оцінювання характеристик завад.

Модульний контроль

Змістовний модуль 3. *Фільтрація та стиснення зображень дистанційного зондування*

Тема 1. Фільтрація зображень ДЗ та прогнозування її ефективності

Специфіка задачі фільтрування даних у застосуванні до даних ДЗ. Класичні методи фільтрації зображень. Локально-адаптивна фільтрація. Фільтрація зображень із застосуванням дискретного косинусного перетворення. Використання самоподібності зображень в задачах фільтрації. Сучасні тренди в сфері фільтрування зображень. Задача прогнозування ефективності фільтрації. Методи прогнозування ефективності фільтрації.

Тема 2. Стиснення зображень ДЗ та прогнозування його ефективності

Специфіка задачі стиснення даних у застосуванні до даних ДЗ. Стиснення з втратами і без втрат. Стиснення із забезпеченням високої візуальної якості. Стиснення багатоканальних даних. Задача прогнозування ефективності стиснення. Методи прогнозування ефективності стиснення.

Модульний контроль

Змістовний модуль 4. *Аналіз даних ДЗ з метою отримання корисної інформації.*

Тема 1. Методи геометричної корекції зображень. Методи суміщення зображень. Прив'язка зображень до топографічної карти.

Тема 2. Детектування меж та об'єктів. Методи детектування меж та малих за розмірами об'єктів. Методи стоншення контурів меж та об'єктів.

Тема 3. Методи сегментації та класифікації. Визначення сегментації. Класичні методи сегментації зображень. Сучасні тренди у вирішенні задач сегментації. Визначення класифікації. Основні підходи до вирішення завдань класифікації. Використання нейронних мереж у вирішенні завдань обробки даних ДЗ.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Особливості сучасних систем дистанційного зондування					
Тема 1. <i>Поняття про інтелектуальну обробку даних.</i>	9	2	-	-	7
Тема 2. <i>Призначення і класифікація систем дистанційного зондування.</i>	8	2	-	-	6
Тема 3. <i>Системи отримання зображень та системи отримання кількісних характеристик випромінювання.</i>	10	2	2	-	6
Тема 4. <i>Зондування в оптичному, інфрачервоному та НВЧ-діапазоні.</i>	8	2	-	-	6
Модульний контроль	1	-	1	-	-
Разом за змістовним модулем 1	36	8	3	-	25
Змістовний модуль 2. Методи аналізу зображень дистанційного зондування					
Тема 1. <i>Узагальнена модель цифрового зображення ДЗ.</i>	11	2	-	-	9
Тема 2. <i>Критерії якості зображень.</i>	15	2	4	-	9
Тема 3. <i>Оцінювання характеристик завад на зображеннях ДЗ.</i>	13	4	-	-	9
Модульний контроль	1	-	1	-	-
Разом за змістовним модулем 2	40	8	5	-	27
Змістовний модуль 3. Фільтрація та стиснення зображень дистанційного зондування					
Тема 1. <i>Фільтрація зображень ДЗ та прогнозування її ефективності</i>	21	4	4	-	13
Тема 2. <i>Стиснення зображень ДЗ та прогнозування його ефективності</i>	16	4	-	-	12
Модульний контроль	1	-	1	-	-
Разом за змістовним модулем 3	38	8	5	-	25
Змістовний модуль 4. Аналіз даних ДЗ з метою отримання корисної інформації.					
Тема 1. <i>Методи геометричної корекції зображень.</i>	12	2	2	-	8
Тема 2. <i>Детектування меж та об'єктів.</i>	10	2	-	-	8
Тема 3. <i>Методи сегментації та класифікації.</i>	13	4	-	-	9
Модульний контроль	1	-	1	-	-
Разом за змістовним модулем 4	36	8	3	-	25
Усього годин	150	32	16	-	102
Модуль 2					
Індивідуальне завдання	-	-	-	-	-
Усього годин	150	32	16	-	102

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Заняття навчальним планом не передбачені	
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження особливостей сфокусованого та несфокусованого формування синтезованої апертури антени	2
2	Дослідження методів оцінювання дисперсії завад на зображеннях	4
3	Дослідження методів фільтрації зображень	4
4	Дослідження методів суміщення багатоканальних зображень	2
5	Проведення модульного контролю	4
	Разом	16

7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Заняття навчальним планом не передбачені	
	Разом	

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Особливості сучасних систем дистанційного зондування	25
2	Методи аналізу зображень дистанційного зондування	27
3	Фільтрація та стиснення зображень дистанційного зондування	25
4	Аналіз даних ДЗ з метою отримання корисної інформації	25
	Разом	102

9. Індивідуальні завдання

Навчальним планом не передбачені

10. Методи навчання

Проведення лекцій, лабораторних робіт, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за методичними матеріалами (посібниками).

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю у вигляді післялекційного тестування, а також при здачі лабораторних робіт; проведення 4 модульних контрольних робіт у вигляді комп'ютерних тестів, фінальний контроль у вигляді іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...2	4	0...8
Виконання і захист лабораторних робіт	0...3	1	0...3
Модульний контроль	0...14	1	0...14
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...2	4	0...8
Виконання і захист лабораторних робіт	0...3	1	0...3
Модульний контроль	0...14	1	0...14
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...2	4	0...8
Виконання і захист лабораторних робіт	0...3	1	0...3
Модульний контроль	0...14	1	0...14
Змістовний модуль 4			
Робота на лекціях	0...2	4	0...8
Виконання і захист лабораторних робіт	0...3	1	0...3
Модульний контроль	0...14	1	0...14
Усього за семестр			0...100

Іспит складається у вигляді комп'ютерного тесту, що містить 40 запитань з 2 – 5 варіантами відповідей, кількість балів за кожне запитання від 1 до 3 залежно від складності, загальна сума балів становить 100.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі лабораторні роботи та здати індивідуальне завдання. Набрати не менше ніж 60% від максимуму під час проходження модульних контролів.

Добре (75-89). Продемонструвати середній рівень знань та умінь. Захистити всі лабораторні роботи та здати індивідуальне завдання. Набрати не менше ніж 75% від максимуму під час проходження модульних контролів. Відвідувати лекції й набирати не менше 50% від максимуму під час після лекційних тестувань.

Відмінно (90-100). Продемонструвати високий рівень знань та умінь. Захистити всі лабораторні роботи з високими балами та здати індивідуальне завдання. Набрати не менше ніж 90% від максимуму під час проходження модульних контролів. Відвідувати лекції й набирати не менше 75% від максимуму під час після лекційних тестувань.

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. Обработка случайных сигналов и процессов / Беседин А.Н., Зеленский А.А., Кулемин Г.П., Лукин В.В. – Учебное пособие. – Харьков: Нац. Аэрокосм. Ун-т «Харьк. Авиаци. Ин-т», 2005. – 469 с.
2. Кортунов В.И., Лукин В.В., Абрамов С.К. Нелинейная фильтрация сигналов // Учеб. пособие. – Харьков: Нац. Аэрокосм. Ун-т «Харьк. Авиаци. Ин-т», 2007. – 79 с.
3. Абрамов С.К., Лукин В.В., Роечко А.А., Современные методы нелинейной фильтрации // Учеб. пособие. – Харьков: Нац. Аэрокосм. Ун-т «Харьк. Авиаци. Ин-т», 2008. – 54 с.
4. Абрамов С.К., Февралев Д.В., Роечко А.А., Зряхов М.С., Лукин В.В., Обработка информации в цифровых системах связи. Учебное пособие по лабораторному практикуму. – Харьков: ХАИ, 2011. – 37 с.

Посилання на НМКД Система дистанційного навчання університету Mentor <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=4159>

Конспект лекцій доступний на сайті кафедри за посиланням <http://k504.xai.edu.ua/ucbeba.php?link=ssdz>.

14. Рекомендована література

Базова

1. O. Rubel, A. Zemliachenko, S. Abramov, S. Krivenko, R. Kozhemiakin, V. Lukin, B. Vozel, K. Chehdi, Processing of Multichannel Remote-Sensing Images with Prediction of Performance Parameters, Chapter 13 in "Environmental Applications of Remote Sensing", Intech, June 2016, pp. 373-416.
2. A. Zemliachenko, S. Abramov, R. Kozhemiakin, V. Lukin, V. Abramova, M. Uss, B. Vozel, K. Chehdi, Automatic Adaptive Lossy Compression of Multichannel Remote Sensing Images, Chapter in "Recent Advances in Image and Video Coding", Intech, Austria, November 2016, pp. 29-50.
3. V. Lukin, O. Rubel, R. Kozhemiakin, S. Abramov, A. Shelestov, M. Lavreniuk, M. Meretsky, B. Vozel, K. Chehdi, Despeckling of Multitemporal Sentinel SAR Images and Its Impact on Agricultural Area, Classification Book chapter in "Recent Advances and Applications in Remote Sensing," edited by Dr. Ming-Chih Hung, InTech, 2018, pp. 21-40.
4. Methods for Blind Estimation of Speckle Variance in SAR Images: Simulation Results and Verification for Real-Life Data // Computational and Numerical Simulations / S. Abramov, V. Abramova, V. Lukin, N. Ponomarenko, B. Vozel, K. Chehdi, K. Egiazarian, J. Astola; Ed. Jan Awrejcewicz. – InTech, 2014. ISBN: 978-953-51-1220-4

Допоміжна

1. V. Lukin, A. Zemliachenko, S. Krivenko, B. Vozel, K. Chehdi, Lossy compression of remote sensing images with controllable distortions, Book chapter in "Satellite Information Classification and Interpretation", IntechOpen, 2018, pp. 1-17.
2. V. Abramova, S. Krivenko, V. Lukin, O. Krylova, Analysis of Noise Properties in Dental Images Proceedings of Elnano 2020, April 2020, Kiev, Ukraine, pp. 511-515.
3. Methods for Blind Estimation of the Variance of Mixed Noise and Their Performance Analysis // Numerical Analysis – Theory and Application / S. Abramov, V. Zabrodina, V. Lukin, B. Vozel, K. Chehdi, J. Astola; Ed. Jan Awrejcewicz. – InTech, 2011. ISBN: 978-953-307-389-7
4. Анализ методов автоматического оценивания дисперсии помех по базе тестовых цифровых изображений / В.В. Лукин, С.К. Абрамов, М.Л. Усс, В.В. Абрамова, Н.Н. Пономаренко, А.А. Зеленский, Б. Возель, К. Шеди, Я. Астола // Методы цифровой обработки сигналов для решения прикладных задач: моногр. – М.: Радиотехника, 2012– Гл. 1. – С.7 – 33.
5. Эффективность фильтрации изображений при ограниченных априорных сведениях о свойствах помех / Д.В. Февралев, В.В. Абрамова, С.К. Абрамов, В.В. Лукин // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – 2011. – №5. – С. 95 – 102.

6. Проблемы оценивания дисперсии пространственно-коррелированного шума в спектральной области и один из возможных путей их решения / В.В. Абрамова, В.В. Лукин, С.К. Абрамов, К.Д. Абрамов, Е.О. Колганова // Системы обработки информации. – 2012. - №7. – С. 34 - 39.
7. Automatic estimation of spatially correlated noise variance in spectral domain for images / V. Abramova, S. Abramov, V. Lukin, A. Roenko, B. Vozel // Telecommunications and Radioengineering. – 2014. – No. 73(6). – P. 511 – 527.
8. On required accuracy of mixed noise parameter estimation for image enhancement via denoising / V.V. Abramova, S.K. Abramov, V.V. Lukin, K.O. Egiazarian, J.T. Astola // *EURASIP Journal on Image and Video Processing* 2014, No. **2014**:3, doi:10.1186/1687-5281-2014-3.
9. Using inter-channel correlation in blind evaluation of noise characteristics in multichannel remote sensing images / V. V. Abramova, S. K. Abramov, V. V. Lukin, B. Vozel, K. Chehdi // ERS International Congress, Sept. 10-13, 2018. – Berlin, 2018.
10. Оцінка характеристик шуму на реальних зображеннях з використанням згорткової нейронної мережі на мобільній платформі / Р. В. Цехмистро, В. В. Абрамова, А. С. Рубель, М. Л. Усс, Г. А. Проскура, О. С. Рубель // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. 2019. № 2 (90). С. 60–70. DOI: 10.32620/reks.2019.2.05.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри, розділ навчальної дисципліни «Інтелектуальна обробка даних дистанційного зондування»: <http://k504.khai.edu.ua/ucbeba.php>

Система дистанційного навчання університету Mentor
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=4159>