

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

кафедра Систем управління літальних апаратів (№ 301)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 Анатолій КУЛІК

«26» серпня 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Технічний зір в системах управління

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Галузі знань: 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»

Спеціальності: 173 «Авіоніка»

Освітня програма: «Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів»

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2024

Розробник:Краснов Л.О., доцент кафедри Систем управління літальних апаратів, к .т. н., ст. н. с.



(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри Систем управління літальних апаратів

Протокол № 1 від 26 серпня 2024 р.

Завідувач кафедри 301 к. т. н., доцент



К. Ю. Дергачов

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування Показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни		
Кількість кредитів – 8	Галузь знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»	Обов'язкова		
Кількість модулів – 2		Навчальний рік:		
Кількість змістових модулів – 4				
Індивідуальні завдання: Розрахункова робота у семестрі 1	Спеціальність: 173 «Авіоніка»	2023/2024		
Загальна кількість годин <i>кількість годин аудиторних занять* / загальна кількість годин</i> 104 / 240	Освітня програма: Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів	Семестр		
		1-й	2-й	
		Лекції	Лекції	
	Кількість тижневих годин для денної форми навчання: Семестр 1: аудиторних – 3,5; самостійної роботи студента – 4. Семестр 2: аудиторних – 3; самостійної роботи студента – 4,5.	Рівень вищої освіти: другий (<u>магістерський</u>).	24 год.	16 год.
			Практичні	Практичні
			–	–
			Лабораторні	Лабораторні
			32 год.	32 год.
			Самостійна робота	Самостійна робота
			64 год.	72 год.
Вид контролю	Вид контролю			
залік	іспит			

Примітка: Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить: для денної форми навчання – 104/136.

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення – отримання знань про теоретичні та практичні аспекти обробки різноманітних сигналів та зображень у системах управління та автоматики з використанням як класичного перетворювання Фур'є, так і сучасних методів вейвлет-аналізу.

Завдання – основними завданнями вивчення дисципліни «Технічний зір в системах управління» є визначення цілей, способів, завдань та процесів автоматизованого комп'ютерного моделювання обробки різноманітних сигналів та зображень за допомогою сучасних програмних продуктів. Також необхідно ознайомлення та вивчення сучасних цифрових алгоритмів аналізу і обробки сигналів та зображень, методів їх використання.

Компетентності, які набуваються в результаті вивчення дисципліни:

Загальні компетентності:

- ЗК1. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК3. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК6. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Фахові компетентності:

ФК3. Здатність застосовувати комп'ютерні технології проектування і моделювання динамічних процесів літальних апаратів і систем авіоніки.

ФК7. Здатність використовувати передові технології при дослідженні і проектуванні систем керування літальних апаратів, розробці апаратних та програмно-алгоритмічних засобів підвищення точності, надійності, живучості, ресурсів функціонування систем авіоніки.

ФК8. Здатність приймати ефективні рішення в авіоніці.

ФК9. Розв'язувати складні задачі і проблеми авіоніки в широких та мультидисциплінарних контекстах, у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності.

ФК11. Здатність проектувати структуру, визначати склад приладів та пристроїв автономних навігаційних систем літальних апаратів, формувати математичний опис їх функціонування, алгоритми обробки інформації та створювати їх програмну реалізацію

Програмні результати навчання:

ПРН1. Відшуковувати необхідні дані в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах, аналізувати науково-технічну літературу у вітчизняних та закордонних джерелах для визначення стану та пошуку сучасних та перспективних розробок у професійній діяльності.

ПРН7. Розробляти алгоритми керування рухом літальних апаратів.

ПРН10. Будувати та досліджувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі систем авіоніки та інформаційних систем літальних апаратів і наземних комплексів з використанням відповідних методів та спеціалізованого програмного забезпечення.

ПРН11. Розв'язувати багатокритеріальні задачі прийняття рішень в умовах неповної / недостатньої інформації та суперечливих вимог, аналізувати альтернативи, будувати прогнози, оцінювати ризики, в тому числі при розробці та впровадженні технологій виготовлення, випробуваннях та сертифікації систем авіоніки.

ПРН12. Проектувати структуру, визначати характеристики приладів та пристроїв у складі автономних навігаційних систем літальних апаратів, формувати математичний опис їх функціонування, розробляти та аналізувати алгоритми обробки навігаційної інформації та їх програмну реалізацію.

Пререквізити. Вища математика. Алгоритмізація та програмування. Об'єктно-орієнтоване проектування систем авіоніки. (Відповідно до ОПП підготовки бакалавра за спеціальністю 173 «Авіоніка»).

Кореквізити. Проектування автономних навігаційних систем. Випробування та сертифікація систем авіоніки.

Постреквізити: Кваліфікаційна робота.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Основні методи обробки сигналів

Тема 1. Вступ до дисципліни «Технічний зір в системах управління». Предмет вивчення і задачі дисципліни. Особливості обробки сигналів та зображень у цифровому вигляді. Основні вимоги до систем програмування для рішення задач теоретичного та практичного математичного моделювання обробки сигналів, а також аналізу та обробки зображень у системах управління.

Тема 2. Аналіз сигналів на основі перетворення Фур'є. Класифікація сигналів, ряд Фур'є, перетворення Фур'є та його властивості, спектральний аналіз на обмеженому інтервалі часу, ДПФ обмеженого в часі сигналу та використання віконного згладжування. Дискретне пряме і зворотне перетворення Фур'є.

Тема 3. Дискретні сигнали. Аналого-цифрове і цифро-аналогове перетворення, спектр дискретного сигналу, теорема про відліках Котельнікова, моделювання аналого-цифрового перетворення.

Тема 4. Обробка сигналів на основі вейвлет-перетворення. Теоретичні основи вейвлет-перетворення, базисні вейвлет-функції та їх властивості, вейвлет-аналіз сигналів, робота із програмами моделювання.

Модульний контроль. Модульна робота 1.

Змістовий модуль 2. Базові методи обробки зображень

Тема 5. Моделювання обробки зображень

Методи створення моделі, моделювання фільтрації тестових та реальних сигналів на фоні шумів. Аналіз та вивчення характеристик різних фільтрів.

Тема 6. Обробка зображень

Теоретичні основи обробки зображень, зчитування даних та візуалізація зображень, типи зображень, системи координат, перетворення типів зображень

Тема 7. Фільтрація та придушення шумів

Накладення шумів на зображення, лінійна фільтрація для придушення шумів, медіанна фільтрація зображень, адаптивна вінеровська фільтрація, фільтрація зображень спеціальними фільтрами, алгоритми роботи спеціальних фільтрів.

Тема 8. Геометричні перетворювання

Змінювання розмірів зображень, функції повороту, здвигу, афінні перетворювання з використанням різноманітних методів інтерполяції (білінійної, бікубічної).

Модульний контроль. Виконання розрахункової роботи. Модульна робота 2.

Семестр 2

Модуль 2

Змістовий модуль 3. Процедурні методи обробки зображень

Тема 9. Критерії якості обробки зображень. Суб'єктивні та об'єктивні критерії якості обробки зображень, середньоквадратична похибка (mean square error) або середній квадрат похибок, пікове відношення сигнал/шум (peak signal to noise ratio), порівняння двох зображень.

Тема 10. Обробка кольорових зображень

Методи представлення кольорових зображень, повнокольорові та індексні зображення, способи конвертування колірних систем, методи обробки кольорових зображень.

Тема 11. Аналіз і стиснення зображень

Дискретне двовимірне перетворення Фур'є, обчислення двовимірного ДПФ досліджуваних зображень, Відновлення зображення за його спектром, основні поняття про стиснення зображень, метрики помилок при стисненні зображень, використання алгоритму стиснення зображень JPEG, дискретні косинусні перетворення і стиснення зображень.

Тема 12. Вивчення методів калібрування відеокамер, що використовують у різних системах технічного зору. Склад параметрів внутрішнього калібрування, оцінювання параметрів зовнішнього калібрування і як пов'язані координати об'єкта в системі координат камери з його положенням в світовій системі координат.

Модульний контроль. Модульна робота 3.

Змістовий модуль 4. Основні методи обробки відеоданих

Тема 13. Оцінювання траєкторії рухомих об'єктів за результатами відеоспостереження за допомогою нерухомої камери. Функція обчислення коефіцієнта кореляції між двома матрицями, аналіз алгоритму і програми оцінювання траєкторії за відеоданими.

Тема 14. Розрахунок інформаційних параметрів точок траєкторії, Оцінювання похибок обчислення параметрів траєкторії рухомого об'єкта

Тема 15. Методи, що використовують для оцінювання траєкторії безлічі рухомих об'єктів за результатами відеоспостереження. Побудова траєкторій руху об'єкта за наявності перешкод.

Тема 16. Вивчення методів, що використовують для перетворення систем координат кадрів відеоданих при вирішенні завдань оцінювання траєкторії рухомих об'єктів у просторі за результатами відеоспостереження.

Модульний контроль. Модульна робота 4.

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
Семестр 1					
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Основні методи обробки сигналів					
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Технічний зір в системах управління»	11	2	-	4	5
Тема 2. Аналіз сигналів на основі перетворення Фур'є	13	4	-	4	5
Тема 3. Дискретні сигнали	13	4	-	4	5
Тема 4. Обробка сигналів на основі вейвлет-перетворення	13	4	-	4	5
Модульний контроль. Модульна контрольна робота	2				2
Разом за змістовним модулем 1	52	14	-	16	22
Змістовний модуль 2. Базові методи обробки зображень					
Тема 5. Моделювання обробки зображень	11	2	-	4	5
Тема 6. Методи обробки зображень	13	4	-	4	5
Тема 7. Фільтрація та подавлення шумів	11	2	-	4	5
Тема 8. Геометричні перетворювання зображень	11	2	-	4	5
Виконання РР	20				20
Модульний контроль: Модульна контрольна робота	2				2
Разом за змістовним модулем 2	68	10	-	16	42
Усього за модулями 1, 2	120	24		32	64
Контрольний захід – семестровий залік					
Семестр 2					
Модуль 2					
Змістовий модуль 3. Процедурні методи обробки сигналів					
Тема 9. Критерії якості обробки зображень	14	2	-	4	8
Тема 10. Обробка кольорових зображень	14	2	-	4	8
Тема 11. Аналіз і стиснення зображень	14	2	-	4	8
Тема 12. Вивчення методів калібрування відеокамер	14	2	-	4	8
Модульний контроль. Модульна контрольна робота	2				2
Разом за змістовним модулем 3	58	8	-	16	34

Змістовний модуль 4. Основні методи обробки відеоданих					
Тема 13. Оцінювання траєкторії рухомих об'єктів	15	2	-	4	9
Тема 14. Розрахунок параметрів траєкторії	15	2	-	4	9
Тема 15. Побудова траєкторій руху за наявності перешкод	15	2	-	4	9
Тема 16. Методи, що використовують для перетворення систем координат кадрів	15	2	-	4	9
Модульний контроль: Модульна контрольна робота	2				2
Разом за змістовним модулем 4	62	8	-	16	38
Усього за модулями 3, 4	120	16		32	72
Контрольний захід – семестровий іспит					
РАЗОМ з дисципліни	240	40	-	64	136

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Не заплановано	-

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Не заплановано	-

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. годин
	Семестр 1	
1	Ознайомлення із ресурсами та бібліотеками обробки зображень у середовищі комп'ютерного моделювання	4
2	Аналіз сигналів на основі перетворення Фур'є	4
3	Дослідження характеристик дискретних сигналів	4
4	Реалізація обробки сигналів на основі вейвлет-перетворення	4
5	Побудова і дослідження моделей обробки зображень	4
6	Застосування методів і процедур обробки зображень	4
7	Реалізація і дослідження методів фільтрації та подавлення шумів	4
8	Реалізація геометричних перетворювань зображень	4
	Разом за семестр 1	32
	Семестр 2	
9	Оцінювання якості обробки зображень	4
10	Реалізація обробки кольорових зображень	4
11	Реалізація аналізу і стиснення зображень	4
12	Дослідження методів калібрування відеокамер	4

13	Реалізація процедури оцінювання траєкторії рухомих об'єктів	4
14	Реалізація методів розрахунок параметрів траєкторії	4
15	Побудова траєкторій руху за наявності перешкод	4
16	Реалізація методів перетворення систем координат кадрів	4
Разом за семестр 2		32
Разом з дисципліни		64

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кільк. годин
Семестр 1		
1	Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Технічний зір в системах управління»	5
2	Тема 2. Аналіз сигналів на основі перетворення Фур'є	5
3	Тема 3. Дискретні сигнали	5
4	Тема 4. Обробка сигналів на основі вейвлет-перетворення	5
5	Написання модульної контрольної роботи за змістовним модулем 1	2
6	Тема 5. Моделювання обробки зображень	5
7	Тема 6. Методи обробки зображень	5
8	Тема 7. Фільтрація та подавлення шумів	5
9	Тема 8. Геометричні перетворювання зображень	5
10	Виконання РР	20
11	Модульна контрольна робота за змістовним модулем 2	2
Разом за семестр 1		64
Семестр 2		
12	Тема 9. Критерії якості обробки зображень	8
2	Тема 10. Обробка кольорових зображень	8
3	Тема 11. Аналіз і стиснення зображень	8
4	Тема 12. Вивчення методів калібрування відеокамер	8
5	Модульна контрольна робота за змістовним модулем 3	2
6	Тема 13. Оцінювання траєкторії рухомих об'єктів	9
7	Тема 14. Розрахунок параметрів траєкторії	9
8	Тема 15. Побудова траєкторій руху за наявності перешкод	9
9	Тема 16. Методи, що використовують для перетворення систем координат кадрів	9
11	Модульна контрольна робота за змістовним модулем 4	2
Разом за семестр 2		72
Разом з дисципліни		136

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кільк. годин
1	Виконання розрахункової роботи на тему «Алгоритмічна реалізація і дослідження методів обробки зображень»	20

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, захисту розрахункової роботи, фінальний семестровий контроль у вигляді заліку (семестр 1) та письмового іспиту (семестр 2).

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти

Семестр 1

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист лабораторних робіт	6...10	4	24...40
Виконання і захист РР	6 ...10	1	6...10
Модульний контроль	3...5	1	3...5
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист лабораторних робіт	6...10	4	24...40
Модульний контроль	3...5	1	3...5
Усього за семестр 1			60...100
Змістовний модуль 3			
Виконання і захист лабораторних робіт	6...10	4	24...40
Модульний контроль	6...10	1	6...10
Змістовний модуль 4			
Виконання і захист лабораторних робіт	6...10	4	24...40
Модульний контроль	6...10	1	6...10
Усього за семестр 2			60...100

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

Білет для іспиту складається з теоретичних та практичних запитань. Наприклад.

Теоретичні питання:

Описати основних типів даних для вистави зображень і основні формати зображень. Методи читання зображень в програму Matlab, функції для перегляду зображень на екрані і записі зображень у файл. Яка функція використовується для здобуття інформації з файлу про зображення? Максимальна оцінка – 20 балів

Практичні питання:

1. У пакеті Simulink за допомогою додатка Image Acquisition Toolbox організуйте введення і перегляд відео від web-камери Вашого комп'ютера, а також його перетворення в з формату повнокольорового в півтонове. Максимальна оцінка – 40 балів
2. Написати Matlab код програми накладення на зображення імпульсних перешкод і їх фільтрації медіанним фільтром. Максимальна оцінка – 40 балів

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки: знання в області цифрового оброблення сигналів і достатні навички програмування, що дає великі можливості для ефективної роботи із сигналами і зображеннями.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки: Вміти працювати з методами аналізу відеоданих (збережених у вигляді файлу або таких, що отримані безпосередньо з відеокамери).

12.3. Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60÷74 бали):

Здобувач слабо володіє теоретичним матеріалом, має мінімум знань та умінь, допускає помилки у вирішенні практичних завдань. Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання, має не впевнені практичні навички роботи зі схемотехніки. Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе за неточні та неповні відповіді на теоретичні та практичні запитання.

Добре (75÷89 балів):

Здобувач має достатньо глибокі знання з теоретичної частини дисципліни. Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «добре», має практичні навички роботи зі схемотехніки. Правильно розв'язує практичні завдання, його відповіді не є чіткими. Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неповних відповідях на теоретичні або практичні запитання.

Відмінно (90÷100 балів):

Здобувач твердо знає: базові поняття і принципи, що відносяться до дисципліни «Технічний зір в системах управління». Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «відмінно», має тверді практичні навички роботи зі схемотехніки. Вільно користується навчальною та науково-технічною літературою з питань дисципліни. Вміє логічно і чітко скласти свою відповідь, розв'язати практичне та лабораторне завдання. Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неточних формулюваннях у відповідях на додаткові запитання, які були поставлені перед ним.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит	Залік
90 – 100	відмінно	зараховано
75 – 89	добре	
60 -74	задовільно	
0 – 59	незадовільно	незараховано

13. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з дисципліни «Технічний зір в системах управління» (автор розробки – Краснов Л.О.).

2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.

URL: https://drive.google.com/drive/folders/1WVKcf6LAVlrWXuypM0IvGwXAFcmWF_FL

3. Управління в умовах невизначеності (оброблення зображень і відеоінформації) [Текст]: навч. посіб. / Л. О. Краснов, К. Ю. Дергачов. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2017. – 124 с.

4. НМКД в електронному вигляді розміщене на сервері каф. 301.

(R:\Materials\ ...), а також на загальнодоступному ресурсі за посиланням:

https://drive.google.com/drive/folders/1glHO-u_tUzFv7WBXxs6s-vOtrtvf4k1

5. Посилання на НМКД дисципліни у системі дистанційного навчання
Ментор: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=8461>

14. Рекомендована література

Базова

1. R. C. Gonzalez, R. E. Woods, S. L. Eddins “Digital Image Processing” 3rd edition Hardcover – January 1, 2020.
2. Dr. Sheshang Degadwala “Practical handbook for digital image processing using Matlab”, Kindle Edition, 341 pages Published December 28th 2018 by Techno Science Academy.
3. A. I. Sergiyenko, Ju. I. Vinogradov, O. I. Lesyk “Digital signal processing. Computer tutorial using” VHDL. E.: IOOO«EI», 2012. – 104 p.

Допоміжна

1. Краснов Л.О., Дергачов К.Ю., Багінський С.В. «Основи побудови сучасних мобільних систем технічного зору» навч. посіб. Ч. 1. «Комп'ютери і засоби програмування», Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2018. – 104 с.
2. Краснов Л.О., Дергачов К.Ю., Багінський С.В., Пявка Е.В. «Основи побудови сучасних мобільних систем технічного зору» навч. посіб. Ч. 2. «Оброблення зображень і відеоданих», Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2018. – 92 с.
3. Краснов Л.О., Дергачов К.Ю., Плахотний О.В., Пявка І.О. «Основи побудови сучасних мобільних систем технічного зору» навч. посіб. Ч. 3. «Лабораторні роботи», Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. – 72 с.
4. Краснов Л.О., Зимовін А.Я. «Цифрова обробка відеоданих в системах технічного зору (Digital processing of video data in technical vision systems)», Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. – 160 с.
5. Краснов Л.О., Гавриленко О.В. «Об'єктно-орієнтоване проектування систем керування (з використанням Python і бібліотеки OpenCV)/ Object-oriented design of control systems(Python code and OpenCV library resources)» навч. посіб., Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2020. – 184 с.
6. Дергачов К.Ю., Краснов Л.О., Шостак А.В. «Об'єктно-орієнтоване проектування технічних систем» Ч. 1, «Основи побудови і використання нейронних мереж». Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 168 с.
7. K. Dergachov , L. Krasnov , O. Cheliadin , A. Zymovin. «Adaptive algorithms of face detection and effectiveness assessment of their use», Advanced Information Systems. 2018. Vol. 2, № 3, National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”.
8. K. Dergachov, L. Krasnov, O. Cheliadin, O. Plakhotnyi. «Web-cameras stereo pairs color correction method and its practical implementation», Advanced Information Systems. 2018. Vol. 3, № 1, National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”, 2019, с. 29-42.

9. K. Dergachov , L. Krasnov , V. Bilozerskyi, A. Zymovin. «Data pre-processing to increase the quality of optical text recognition systems», Radioelectronic and computer systems, 2021, № 4(100), Харків, ХАІ, DOI: 10.32620/reks.2021.4.15
10. K. Dergachov , L. Krasnov , V. Bilozersryi, A. Zymovin. « Methods and algorithms for protecting information in optical text recognition systems », Radioelectronic and computer systems, 2022, № 1(101), Харків, ХАІ, DOI: <https://doi.org/10.32620/reks.2022.1.12>
11. K. Dergachov , L. Krasnov , V. Bilozersryi, A. Zymovin. « Development of tools for information protection of optical text recognition systems», Radioelectronic and computer systems, 2022, № 2(102), Харків, ХАІ, DOI:org/10.32620/reks.2022.2.13
12. Білозерський В.О., Дергачов К. Ю., Краснов Л.О. «Аналіз і попередня обробка відеоданих для підвищення якості роботи систем технічного зору», Міжнародний науково-технічний журнал "Проблеми керування та інформатики", Вип. 68, №2 (2023).

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри 301 www.k301.khai.edu