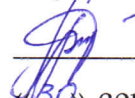


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
“Харківський авіаційний інститут”

кафедра Систем управління літальних апаратів (№ 301)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 Олена ГАВРИЛЕНКО

«30» серпня 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Програмні засоби сучасних систем управління

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування»

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

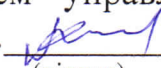
Освітня програма: Інженерія мобільних додатків

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2022

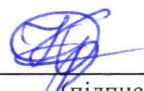
Розробник: Краснов Л. О., доцент кафедри Систем управління літальних апаратів, к.т.н., с.н.с.

_____. 
(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Систем управління літальних апаратів

Протокол № 1 від “ 30 ” 08 2022 р.

Завідувач кафедри 301 к.т.н., доцент


(підпис)

Костянтин ДЕРГАЧОВ

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування Показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Обов’язкова	
Кількість кредитів – 9	Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»	Навчальний рік:	
Кількість модулів – 2			
Кількість змістових модулів – 4			
Індивідуальні завдання: –	Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології»	2022/2023	
		Семестр	
		1-й	2-й
Загальна кількість годин (денна форма) – 270	Освітня програма: Інженерія мобільних додатків	Лекції	Лекції
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: Семестр 1: аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 5,38. Семестр 2: аудиторних – 3,5; самостійної роботи студента – 4.		32 год.	24 год.
		Практичні	Практичні
	–	–	
	Лабораторні	Лабораторні	
	32 год.	32 год.	
Самостійна робота	Самостійна робота		
86 год.	64 год.		
Вид контролю	Вид контролю		
залік	іспит		

Примітка: Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить: для денної форми навчання – 120/150.

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 «Програмні засоби сучасних систем 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.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувачі повинні досягти таких **компетентностей**:

ЗК1. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК2. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ФК1. Здатність здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв, технологій розробки програмних систем для мобільних пристроїв.

ФК2. Здатність проектувати та впроваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації, здійснювати захист прав інтелектуальної власності на нові проектні та інженерні рішення.

ФК7. Здатність застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для розв'язання складних задач і проблем автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, у тому числі для розробки мобільних додатків для дистанційного керування обладнанням.

ФК8. Здатність розробляти функціональну, технічну та інформаційну структуру комп'ютерно-інтегрованих систем управління організаційно-технологічними комплексами із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, програмно-технічних керуючих комплексів, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв та засобів людино-машинного інтерфейсу.

Програмні результати навчання, які досягаються в результаті вивчення дисципліни:

ПРН1. Створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережових технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв, технологій розробки програмних систем для мобільних пристроїв

ПРН2. Створювати високонадійні системи автоматизації з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки програмних та технічних засобів.

ПРН3. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій для розв'язування складних задач професійної діяльності.

ПРН9. Розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережових та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом.

ПРН10. Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами, у тому числі для розробки мобільних додатків для дистанційного керування обладнанням.

ПРН12. Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її.

Міждисциплінарні зв'язки:

Пререквізити:

Вища математика: диференціальне та інтегральне обчислення; дослідження функцій та побудова їх графіків; математична статистика. Фізика: оптика. Інформатика: різноманітні мови програмування.

Дисципліна підтримує наступні курси:

Мікроконтролери в системах управління. Теорія автоматичного управління. Системи управління літальними апаратами. Теорія цифрових систем управління.

Кореквізити:

Методи і засоби проектування мобільних додатків для систем управління. Кваліфікаційна робота магістра.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Основні методи обробки сигналів

Тема 1. Вступ до дисципліни «Програмні засоби сучасних систем 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, перетворювання Фур'є та його властивості, спектральний аналіз на обмеженому інтервалі часу, ДПФ обмеженого в часі сигналу та використання віконного згладжування, дискретне пряме і зворотне перетворювання Фур'є.

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

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

Модульний контроль. Модульна робота 1.

Змістовий модуль 2. Основні 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. Модульна робота 2.

Модуль 2

Змістовий модуль 3. Основні 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

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усьог о	у тому числі										
		л	п	лаб	інд	с.р.						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Основні методи обробки сигналів												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Програмні засоби сучасних систем управління»	17	4	-	4	-	9	-	-	-	-	-	-
Тема 2. <i>Аналіз</i> сигналів на основі перетворення <i>Фур'є</i>	17	4	-	4	-	9	-	-	-	-	-	-
Тема 3. Дискретні сигнали	17	4	-	4	-	9	-	-	-	-	-	-
Тема 4. Обробка сигналів на основі вейвлет-перетворення	18	4	-	4	-	10	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 1	69	16	-	16	-	37	-	-	-	-	-	-
Змістовий модуль 2. Основні методи обробки зображень												
Тема 5. <i>Моделювання обробки зображень</i>	17	4	-	4	-	9	-	-	-	-	-	-
Тема 6. Методи обробки зображень	17	4	-	4	-	9	-	-	-	-	-	-
Тема 7. Фільтрація та подавлення шумів	17	4	-	4	-	9	-	-	-	-	-	-

Тема 8. Геометричні перетворювання зображень	19	4	-	4	–	11	–	–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 2	69	16	-	16	–	38	–	–	–	–	–	–
Модуль 2												
Змістовий модуль 3. Основні методи обробки зображень												
Тема 9. Критерії якості обробки зображень	15	2	-	4	–	9	–	–	–	–	–	–
Тема 10. Обробка кольорових зображень	15	2	-	4	–	9	–	–	–	–	–	–
Тема 11. Аналіз і стиснення зображень	17	4	-	4	–	9	–	–	–	–	–	–
Тема 12. Вивчення методів калібру- вання відеокамер	18	4	-	4	–	10	–	–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 3	66	12	-	16	–	37	–	–	–	–	–	–
Змістовий модуль 4. Основні методи обробки відеоданих												
Тема 13. Оціню- вання 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	17	4	-	4	–	9	–	–	–	–	–	–
Тема 16. Методи, що використовув- ють для перетворення систем	19	4	-	4	-	11	–	–	–	–	–	–

координат кадрів												
Разом за змістовим модулем 4	66	12	-	16	—	38	—	—	—	—	—	—
Усього годин	270	56	-	64	—	150	—	—	—	—	—	—

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
1	Моделювання обробки сигналів	10
2	Обробка сигналів на основі вейвлет-перетворювання	10
3	Перетворювання типів зображень	10
4	Геометричні перетворювання зображень	10
5	Функції для аналізу зображень	10
6	Фільтрація зображень	14
Разом		64

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кільк. годин
1	Аналіз сигналів на основі перетворення Фур'є, Дискретні сигнали	22
2	Обробка сигналів на основі вейвлет-перетворювання,	10
3	Моделювання обробки зображень	18
4	Обробка зображень	20
5	Фільтрація зображень та подавлення шумів	20
6	Критерії якості обробки зображень	20
7	Обробка кольорових зображень	20
8	Аналіз і стиснення зображень	20
Разом		150

9. Індивідуальні завдання

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

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, фінальний контроль у вигляді іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти

9 семестр

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	7	0...7
Виконання і захист лабораторних робіт	2...5	6	12...30
Виконання і захист практичних робіт	1...4	4	4...16
Модульний контроль	1...2	1	1...2
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	3	0...6
Виконання і захист лабораторних робіт	-	-	-
Виконання і захист практичних робіт	1...4	2	2...8
Модульний контроль	1...2	1	1...2
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання і захист лабораторних робіт	2...5	2	4...10
Виконання і захист	1...4	2	2...8

практичних робіт			
Модульний контроль	1...2	1	1...2
Виконання і захист РР	1 ...3	1	1...3
Змістовний модуль 4			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання і захист лабораторних робіт	2...5	2	4...10
Виконання і захист практичних робіт	1...4	2	2...8
Модульний контроль	1...2	1	1...2
Виконання і захист РР	1 ...3	1	1...3
Усього за семестр			60...100

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?

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.
2. Написати Matlab код програми накладення на зображення імпульсних перешкод і їх фільтрації медіанним фільтром.

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 файла або таких, що отримані безпосередньо з відеокамери).

12.3. Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

1. Відмінно (90÷100 балів) виставляється студенту:

1.1 Який твердо знає: базові поняття і принципи, що відносяться до дисципліни «Управління в умовах невизначеності». 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.

1.2 Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неточних формулюваннях у відповідях на додаткові запитання, які були поставлені перед ним.

2. Добре (75÷89 балів) виставляється студенту:

2.1 Який 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.

2.2 Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неповних відповідях на теоретичні або практичні запитання.

3. Задовільно (60÷74 бали) виставляється студенту:

3.1 Який 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.

3.2 Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе за неточні та неповні відповіді на теоретичні та практичні запитання.

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 «Програмні засоби сучасних систем управління».

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

2. 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.

3. 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

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. Bilozerskyi, 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. Bilozerskyi, 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](https://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).

Сайт кафедри 301 www.k301.khai.edu