

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет «Інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації»

Кафедра «Медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету ІРТЗІ

Сакало С.М.

(підпис, прізвище, ініціали)

" " 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Технології комп'ютерного зору

(шифр і назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти бакалаврський

(бакалаврський, магістерський, освітньо-науковий)

спеціальність 171 – Електроніка

(код і повна назва спеціальності)

Освітньо-професійна програма Системи, технології і комп'ютерні засоби мультимедіа

(повна назва освітньої програми)

Харків – 2023 р.

Розробники: О.Ю. Сергієнко, проф. каф. МІРЕС, д.т.н.
М.М. Колендовська, проф. каф. МІРЕС, к.т.н.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри Медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем.

Протокол від 01 вересня 2023 р. № 1

Завідувач кафедри МІРЕС _____ В.М. Карташов
(підпис) (ініціали, прізвище)
_____ 2023 р.

Керівник групи забезпечення спеціальності: _____ Т.Г. Фролова
(підпис) (ініціали, прізвище)

Схвалено методичною комісією факультету Інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації.

Протокол від _____ 1 вересня 2023 _____ р. № _____ 1

Голова методичної комісії _____ О.О. Іванова
(підпис) (ініціали, прізвище)

1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС 4	Дисципліни базової (професійної) підготовки за спеціальністю (обов'язкові)	
Змістових модулів 1	Рік підготовки:	
	1-й	-
Загальна кількість годин 120	Семестр	
	2-й	-
	Кількість годин	
	120	-
	Аудиторні: 1) лекції, год	
Мова навчання Українська	4	-
	2) практичні, год	
	28	-
	3) лабораторні, год	
	16	-
	4) консультації, год	
	8	-
	Самостійна робота, год	
	64	-
	в тому числі: РГЗ та КР, год.	
		-
	Вид контролю: залік	

2 МЕТА І ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1 Мета: вивчення основних принципів створення, розробки та використання методів та технологій комп'ютерного зору з урахуванням соціальних та естетичного аспектів суспільства та проблемних питань стосовно освітньо-професійної програми "Системи, технології і комп'ютерні засоби мультимедіа".

Програмні результати навчання:

1. Аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв'язанні спеціалізованих задач та практичних проблем телекомунікацій та радіотехніки, які характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

3. Визначити та застосовувати у професійній діяльності методики випробувань інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем на відповідність вимогам вітчизняних та міжнародних нормативних документів.

4. Пояснювати результати, отримані в результаті проведення вимірювань, в термінах їх значущості та пов'язувати їх з відповідною теорією.

5. Навички оцінювання, інтерпретації та синтезу інформації даних.

8. Описувати принципи та процедури, що використовуються в телекомунікаційних системах, інформаційно-телекомунікаційних мережах та радіотехніці.

9. Аналізувати та виконувати оцінку ефективності методів проектування інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

13. Застосування фундаментальних і прикладних наук для аналізу та розробки процесів, що відбуваються в телекомунікаційних та радіотехнічних системах.

15. Застосування розуміння засобів автоматизації проектування і технічної експлуатації систем телекомунікацій та радіотехніки у професійній діяльності.

18. Знаходити, оцінювати і використовувати інформацію з різних джерел, необхідну для розв'язання професійних завдань, включаючи відтворення інформації через електронний пошук.

19. Здійснювати стандартні випробування інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем на відповідність вимогам вітчизняних та міжнародних нормативних документів.

20. Пояснювати принципи побудови й функціонування апаратно-програмних комплексів систем керування та технічного обслуговування для розробки, аналізу і експлуатації інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

21. Забезпечувати надійну та якісну роботу інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

22. Контролювати технічний стан інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних і радіотехнічних систем у процесі їх технічної експлуатації з метою виявлення погіршення якості функціонування чи відмов, та його систематична фіксація шляхом документування.

2.2 Результати навчання:

за результатом вивчення дисципліни студенти повинні:

знати: нові тенденції створення, розробки та використання методів та технологій комп'ютерного зору, тенденцій розвитку та використання методів технічного зору роботів в сучасних роботизованих системах.

вміти: використовувати сучасні програмні пакети та інтерактивні платформи для проектування сучасних систем технічного зору роботів.

володіти:

загальні компетентності:

1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
8. Здатність виявляти, ставити і вирішувати проблеми.

фахові компетентності:

1. Здатність розуміти сутність і значення інформації в розвитку сучасного інформаційного суспільства.
2. Здатність вирішувати стандартні завдання професійної діяльності на основі інформаційної та бібліографічної культури із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій і з урахуванням основних вимог інформаційної безпеки.
3. Здатність використовувати базові методи, обробки та зберігання інформації.
4. Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм.
6. Здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах.
8. Здатність сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів.
10. Здатність здійснювати монтаж, налагодження, налаштування, регулювання, досліду перевірку працездатності, випробування та здачу в експлуатацію споруд, засобів і устаткування телекомунікацій та радіотехніки.
11. Здатність складати нормативну документацію (інструкції) з експлуатаційно-технічного обслуговування інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, а також за програмами випробувань.
12. Здатність проводити роботи з керування потоками навантаження інформаційно-телекомунікаційних мереж.
15. Здатність проводити розрахунки у процесі проектування споруд і засобів інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, відповідно до технічного завдання з використанням як стандартних, так і програмних засобів автоматизації проектування.

3 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовний модуль 1. Роботи – історія, основні поняття

Тема 1. Історія

Тема 2. Основні поняття

Тема 3. Класифікація робіт

Тема 4. Основні елементи будови та функціонування мобільних роботів

Тема 5. Кінематика мобільних роботів

Змістовний модуль 2. Огляд існуючих методів та засобів технічного зору

Тема 1. Вступ та основні поняття технічного зору

Тема 2. Класифікація методів технічного зору

Тема 3. Огляд методів локалізації та побудови карти місцевості

Змістовий модуль 3. Методи визначення відстані до об'єкта у СТЗ

Тема 1. Метод тривимірного сканування

Тема 2. Метод бінокулярного зору

Тема 3. Метод оптичного сканування плоских поверхонь

Тема 4. Метод триангуляції

Змістовий модуль 4. Огляд існуючих методів та засобів навігації в системах технічного зору

Тема 1. Існуючі навігаційні системи мобільних роботів. Класифікація навігаційних систем

Тема 2. Методи та приклади використання різних навігаційних систем

Змістовий модуль 5. Використання Штучного інтелекту в системах технічного зору

Тема 1. Сфери застосування СШІ

Тема 2. Розробка рішень на основі Machine Learning

Тема 3. ML: Нейронні мережі та глибоке навчання

Тема 4. Машинне навчання та розпізнавання образів і зображень

Тема 5. Машинне навчання і штучний інтелект

4 СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	Усь- ого	у тому числі					Усь- ого	у тому числі				
		л	п	лб	конс	с.р.		л	п	лб	конс	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1 Роботи – історія, основні поняття.												
Тема 1.	2	1				1						
Історія												
Тема 2.	2	1				1						
Основні поняття												
Тема 3.	2	1				1						
Класифікація робіт												

Тема 4.												
Основні елементи будови та функціонування мобільних роботів	9	1	2			6						
Тема 5.												
Кінематика мобільних роботів	9	1			2	6						
Разом за зміст. мод. 1	24	5	0	0	2	15						
Змістовий модуль 2												
Огляд існуючих методів та засобів технічного зору.												
Тема 1.												
Вступ та основні поняття технічного зору	2	1				1						
Тема 2.												
Класифікація методів технічного зору	2	1				1						
Тема 3.												
Огляд методів локалізації та побудови карти місцевості	12	2	2		2	6						
Разом за зміст. мод. 2	16	4	2	0	2	8						
Змістовий модуль 3												
Методи визначення відстані до об'єкта у СТЗ.												
Тема 1.												
Метод тривимірного сканування	11	1		4		6						
Тема 2.												
Метод бінокулярного зору	3	1				2						
Тема 3.												
Метод оптичного сканування плоских поверхонь	2	1				1						
Тема 4.												
Метод тріангуляції	9	1	2		2	4						
Разом за зміст. мод. 3	25	4	2	0	2	13						
Змістовий модуль 4												
Огляд існуючих методів та засобів навігації в системах технічного зору.												
Тема 1.												
Існуючі навігаційні системи мобільних	2	1				1						

роботів. Класифікація навігаційних систем												
Тема 2.												
Методи та приклади використання різних навігаційних систем	11	1		4		6						
Разом за зміст. мод. 4	13	2	0	4	0	7						
Змістовий модуль 5												
Використання Штучного інтелекту в системах технічного зору.												
Тема 1.												
Сфери застосування СШІ	2	1				1						
Тема 2.												
Розробка рішень на основі Machine Learning	12	2		4		6						
Тема 3.												
ML: Нейронні мережі та глибоке навчання	8	2	2			4						
Тема 4.												
Машинне навчання та розпізнавання образів і зображень	12	2		4		6						
Тема 5.												
Машинне навчання і штучний інтелект	8	2			2	4						
Разом за зміст. мод. 1	42	4	0	0	2	21						
Усього годин	120	24	8	16	8	64						

5 ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Класифікація та категорії мобільних роботів	2	
2.	Створення узагальнених алгоритмів роботи роботів різних категорій	2	
3.	Використання засобів відеозапису у мобільних роботах	2	
4.	Обробка відеоінформації Засобами OBS отриманої від мобільного робота	2	
	Загальна кількість	8	

6 ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

Частина 1 Мови програмування

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Дослідження структури мультимедійної роботизованої системи	4	
2.	Дослідження СТЗ роботизованої системи Spidercam	4	
3.	Дослідження СТЗ побутових роботів	4	
4.	Дослідження СТЗ промислових роботів	4	
	Загальна кількість	16	

7 САМОСТІЙНА РОБОТА

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
	Вивчення теоретичного матеріалу з використанням конспектів і навчальної літератури	4	
	Підготовка до практичних завдань	30	
	Підготовка до лабораторних робіт	30	
	Загальна кількість	64	

8 МЕТОДИ НАВЧАННЯ ТА ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ

Методи навчання: словесний, практичний, наочний, робота з навчально-методичною літературою, відеометод у сполученні з новітніми інформаційними технологіями та комп'ютерними засобами навчання.

Засоби оцінювання: залік, розрахункові роботи, аналітичні звіти, презентація результатів виконаних завдань, студентські презентації та виступи на наукових заходах.

9 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА РЕЙТИНГОВА ОЦІНКА ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ

9.1 Розподіл балів, які отримують студенти (Кількісні критерії оцінювання)

Для оцінювання роботи студента протягом семестру підсумкова рейтингова оцінка $O_{\text{сем}}$ розраховується як сума оцінок за різні види занять та контрольні заходи.

Вид заняття / контрольний захід	Оцінка
1-й змістовний модуль	
Практичне заняття №1	10
2-й змістовний модуль	
Лабораторна робота №1	10
Практичне заняття №2	10
3-й змістовний модуль	
Лабораторна робота №2	10
Контрольна точка 1	10
4-й змістовний модуль	
Практичне заняття №3	10
Лабораторна робота №3	10
5-й змістовний модуль	
Практичне заняття №4	10
Лабораторна робота №4	10
Контрольна точка 2	10
Підсумкова оцінка за дисципліною	100

Як форма підсумкового контролю для дисципліни ОНД використовується залік.

9.2 Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для отримання позитивної оцінки.

1. Загальні відомості про науку, основні категорії науки, методологічні основи наукових досліджень.

2. Структура наукових організацій, система підготовки наукових кадрів; методи планування й організації наукових досліджень.

3. Пошук науково - технічної інформації, робота з літературою; методика теоретичних й експериментальних досліджень; зміст, мета й завдання теоретичних досліджень.

4. Етапи проведення експериментів, статистичні методи оцінки результатів вимірів.

5. Положення основної концепції системотехніки, види моделей; методи аналізу, синтезу і проектування радіоелектронних систем; методи пошуку нових наукових і технічних рішень.

Необхідний обсяг умінь для отримання позитивної оцінки.

Уміти використати математичні методи в дослідженнях; здійснювати на практиці ефективні методи пошуку нових наукових і технічних рішень;

використати комп'ютер у наукових дослідженнях, оформляти результати наукових досліджень.

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру.

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру.

Задовільно, D, E (60-74). Засвоїти мінімум знань і умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні заняття. Уміти здійснювати на практиці ефективні методи пошуку нових наукових і технічних рішень; використати комп'ютер у наукових дослідженнях;

Добре, C, (75-89). Твердо засвоїти мінімум теоретичних знань. Уміти виконувати планування, організацію і виконання наукових досліджень; оформлення результатів наукових досліджень.

Відмінно, A, B (90-100). Засвоїти всі теми. Уміти виконувати планування, організацію і виконання наукових досліджень з використанням комп'ютера; оформлення результатів наукових досліджень, мати навички обробки інформації і навички швидкого читання.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики
96–100	A	відмінно
90–95	B	
75–89	C	добре
66–74	D	задовільно
60–65	E	
35–59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

10 МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

10.1 Базова література

1. Конспект лекцій з дисципліни «Комп'ютерний зір мобільних роботів» для студентів бакалаврського рівня навчання напряму 171 Електроніка, [Електронне видання] / Упоряд. О.Ю. Сергієнко, М.М. Колендовська, Д.Ю. Желавський. – Харків: ХНУРЕ, 2023. – 131 с.
2. МВ до практичних занять з дисципліни «Комп'ютерний зір мобільних роботів» для студентів бакалаврського рівня навчання напряму 171 Електроніка, [Електронне видання] / Упоряд. О.Ю. Сергієнко, М.М. Колендовська, Д.Ю. Желавський. – Харків: ХНУРЕ, 2023. – 22 с.

3. МВ до лабораторних робіт з дисципліни «Комп'ютерний зір мобільних роботів» для студентів бакалаврського рівня навчання напряму 171 Електроніка, [Електронне видання] / Упоряд. О.Ю. Сергієнко, М.М. Колендовська, Д.Ю. Желавський. – Харків: ХНУРЕ, 2023. – 26 с.
4. МВ для самостійної роботи з дисципліни «Комп'ютерний зір мобільних роботів» для студентів бакалаврського рівня навчання напряму 171 Електроніка, [Електронне видання] / Упоряд. О.Ю. Сергієнко, М.М. Колендовська, Д.Ю. Желавський. – Харків: ХНУРЕ, 2023. – 161 с.
5. Abba A. Non-linear least-squares in fpga devices for digital spectroscopy / A. Abba, F. Caponio, A. Geraci, G. Ripamontii // Nuclear Science Symposium Conference Record (NSS/MIC). – 2009. - P. 563–568.
6. Allen D.W. Overview of Wireless Active Sensing Systems for Structural Health Monitoring / D.W. Allen, G.Park, C.R.Farrar // Structural health monitoring, [edited by Fu-Kuo Chang]. - DEStech Publications, 2005. - P. 1578-1585. ISBN: 1-932078-51-7
7. Analui B. Data-dependent jitter in serial communications / B. Analui et al. // IEEE Trans. Microwave Theory Tech. – 2005. - 53 (11). P. 3388–3397.
8. Básaca-Preciado L. C. Optical 3D Laser Measurement System for Navigation of Autonomous Mobile Robot Optics and Lasers / Luis C. Básaca-Preciado, Oleg .Yu. Sergiyenko, J. C. Rodríguez-Quinonez, X. García, V. V. Tyrsa, M. Rivas-Lopez, D. Hernandez-Balbuena, P. Mercorelli, M. Podrygalo, A. Gurko, I. Tabakova, O. Starostenko // Optics and Lasers in Engineering, Elsevier, 2014 #54, pp. 159–169 .
9. Bellian J.A. Digital outcrop models: applications of terrestrial scanning lidar technology in stratigraphic modeling / J.A. Bellian, C. Kerans, D.C. Jennette. // Journal of sedimentary research, SEPM. – 2005. - Vol. 75, N. 2. - P. 166 –176. ISBN 1527-1404/05/075-166.
10. Buckwalter J. Predicting data-dependent jitter / J. Buckwalter et al. // IEEE Trans. Circ. Systems-II: Express Briefs. – 2004. - 51 (9). – P. 453–457.
11. Byczkowski, T., Lang, J. A Stereo-Based System with Inertial Navigation for Outdoor 3D Scanning / T. Byczkowski, J. Lang // Canadian Conference on Computer and Robot Vision CRV '09. – 2009. – P. 221 – 228.
12. Carmichael R.D. The Theory of Numbers and Diophantine Analysis / R.D. Carmichael. - Courier Dover Publications, 2004. - 118p. ISBN 0486438031.
13. Conway J.H. The Book of Numbers / J.H. Conway, R.K. Guy, Farey. - Springer-Verlag, New York, 1996. - 332p.
14. Coughlin R. Operational Amplifiers and Linear Integrated Circuits / R. Coughlin, F. Driscoll. - Pearson Educations, 2001. - 376p.
15. Dai Liwen. Pseudo-satellite applications in deformation monitoring / Liwen Dai, Jinling Wang, Chris Rizos and Shaowei Han // GPS Solutions Journal. – 2002. - Volume 5, Number 3. - P. 80-87. ISSN: 1080-5370
16. Sergiyenko O. The mediant-method for fast mass/concentration detection for nanotechnologies. / O.Sergiyenko // Inderscience, International Journal of Nanotechnology, 2016, #13(1-3), pp. 236-246.
17. Sergiyenko O.Yu. Data transferring model determination in robotic group / O.Yu. Sergiyenko, M.V. Ivanov, V.V. Tyrsa, V.M. Kartashov, M. Rivas-López, D. Hernández-Balbuena, W. Flores-Fuentes, J.C. Rodríguez-Quinonez,

- J.I. Nieto-Hipólito, W. Hernandez, A. Tchernykh // *Robotics and Autonomous Systems*, vol.83, Elsevier, July 2016, pp. 251-260.
18. Sergiyenko O.Yu. Selection and justification of data transferring model in robotic group / Sergiyenko O.Yu., M.V. Ivanov, V.V. Tyrsa, Kartashov V., D. Hernandez-Balbuena, J.I. Nieto-Hipólito // *Proceedings of IEEE Tech Industry Summit and IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISIE2016)*, June 8-10, 2016, Santa Clara, CA, USA.
 19. Straßberger D. A Geometric Approach to Decouple Robotino Motions and its Functional Controllability. // Daniel Straßberger, Paolo Mercorelli, Oleg Sergiyenko. // IOP Publishing, *Journal of Physics: Conference Series*, 2015, #659, pp.1-13.
 20. Soini A. Machine vision technology take-up in industrial application / Antti Soini // *Proceedings of the 2nd International Symposium on Image and Signal Processing and Analysis ISPA*, Pula, Croatia, pp. 332-338. ISBN: 953-96769-4-0
 21. Stein S.R., *Frequency and Time – Their Measurement and Characterizations*, Precision Frequency Control, vol. 2, Academy Press, New York, 1985. pp. 191–416.
 22. Steinle Eberhard. Effects of different laser scanning modes on the results of building recognition and reconstruction / Eberhard Steinle, Thomas Vogtle // *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2000. - [www-ipf.bau-verm.uni-karlsruhe.de](http://www.ipf.bau-verm.uni-karlsruhe.de). - 8p.
 23. Stewart M. P. The Application of GPS to Dam Surface Monitoring. / M.P. Stewart, M. Tsakiri. // *Journal of Geospatial Engineering*, 2002. - Vol.3, No.1. - P. 45-57.
 24. Stutz G. Guiding Light / G. Stutz // *SPIE's oemagazine*. – 2005. - Vol. 5. – P. 25-27.
 25. Su K.L. *Analog Filters* / K.L. Su. - Chapman & Hall: London, UK, 1996.
 26. Sugiyama M. Covariate shift adaptation by importanceweighted cross validation / M. Sugiyama, M. Krauledat, K. R. Muller // *Journal of Machine Learning Research*. – 2007. – P. 985–1005.
 27. Surmann Hartmut. 3D laser range finder for autonomous mobile robots / Hartmut Surmann, Kai Lingemann, Andreas Nuchter, Joachim Hertzberg // *Robotics and Autonomous Systems*. – 2003. - Volume 45, Issues 3-4. - P. 181-198.
 28. *Test & Measurement Catalog*, Hewlett-Packard Press, USA, 1996, 668p.
 29. Transtruma M.K. Improvements to the levenberg-marquardt algorithm for nonlinear least-squares minimization / M.K. Transtruma, J.P. Sethnaa // *Computational Physics*. – 2012. – 32 p. [arXiv:1201.5885](https://arxiv.org/abs/1201.5885)
 30. Tsugawa S. Vision-based vehicles in Japan: Machine vision systems and driving control systems /S. Tsugawa // *IEEE Trans. Industr. Electron.* - 1994. - N 4 (41). - P. 398-405.
 31. Tunstel Eddie. Fuzzy spatial map representation for mobile robot navigation / Eddie Tunstel // *Proceedings of the 1995 ACM symposium on Applied computing*. Nashville, Tennessee, USA. – 1995. - P. 586 – 589. ISBN:0-89791-658-1

32. Tyrsa V.E. Error reduction in conversion of analog quantities to digitized time intervals / V.E. Tyrsa // *Measurement Techniques*. – 1975. – 18 (3). – P. 357–360.
33. Tyrsa V.E. Analysis of errors in frequency comparison by the pulse coincidence method/ V.E. Tyrsa, A.D. Zenya // *Measurement Techniques* – 1983 – No. 7. – P. 49-51.
34. Vang Lei. Automatic Guidance of a Vehicle Based on DGPS and a 3D Map / Lei Vang, Takashi Emura, and Takashi Ushiwata // *Proceedings of IEEE Intelligent Transportation Systems, Dearborn, MI, USA. – 2000. – P.131-136 . ISBN: 0-7803-5971-2*
35. Vellido A. Outlier exploration and diagnostic classification of a multi-centre h-mrs brain tumour database / A. Vellido // *Neurocomputing*. – 2009. – N. 72 (13-15). – P. 3085–3097.
36. Webster's New World Dictionary of American English. / Victoria Neufeldt, David Bernard Guralnik . - Webster's New World, 1988. - 1574 p.
37. Wehr A. Airborne laser scanning - an introduction and overview / Aloysius Wehr, Uwe Lohr // *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Elsevier. – 1999. - Volume 54. - Issues 2-3. – P. 68-82.
38. Wei Z. A novel Frequency measurement method suitable for a large frequency ratio condition / Wei Z. et al. // *Chinese Physics Letters*. - 2004. - 21 (5). – P. 786–788.
39. Wei Z. The greatest common factor frequency and its application in the accurate measurement of periodic signals / Z. Wei // *Proceedings of the 1992 IEEE Frequency Control Symposium*. – 1992. - P. 270–273.
40. Wilmar Hernández, Carlos Calderón-Córdova, Vicente González-Posada, Ángel Parra-Cerrada, José Luis Jiménez, José Enrique González-García, José G. Zato, Oleg Yu. Sergiyenko. Bootstrap-based frequency estimation method. *Measurement* by Elsevier, Volume 95, January 2017, Pages 193–200. ISSN: 0263-2241 - doi: [dx.doi.org/10.1016/j.measurement.2016.10.012](https://doi.org/10.1016/j.measurement.2016.10.012). I
41. Murrieta-Rico, F.N.; Sergiyenko Oleg; Petranovskii, V.; Hernandez-Balbuena, D.; Lars Lindner; A new approach for frequency shifts measurement using the principle of rational approximations, *Metrology and Measurement Systems*, journal of Polish Academy of sciences, De Gruyter, vol.24, issue 1, March 2017, pp. 45-56, ISSN 0860-8229 (impact factor 1.140)
42. A Comparative Example Between The Use Of Pca And Mds For Image Classification / Hernandez, W., Mendez, A., Flor-Unda, O., Camejo, I.M., Kolendovska, M.// *IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152565, Pages 1353-1358*
43. Algorithm For Generating Refined Frequency Estimates In Atmospheric Radio Sounding Systems / Kartashov V., Hernandez W., Hernandez-Balbuena D., M. Kolendovska, Konovalenko O., Melnyk V.// *IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152562, Pages 79-82*

44. Application of Fast Frequency Shift Measurement Method for INS in Navigation of Drones / D. Avalos-Gonzalez, D.H. Balbuena, V. Tyrsa, V.M. Kartashov, M. Kolendovska, S. Sheiko, O. Sergiyenko, V. Melnyk, F.N. Murrieta-Rico // IECON 2018 – 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. – P. 3159–3164.
45. Effective Informational Entropy Reduction In Multi-Robot Systems Based On Real-Time TVS, /Ivanov M., Sergiyenko O., Mercorelli P., Kolendovska M., Iryna T.// IEEE International Symposium On Industrial Electronics 2019-June, 8781209, c. 1162-1167.
46. Experimental estimation of direction finding to unmanned air vehicles algorithms efficiency by their acoustic emission, /Oleynikov, V., Zubkov, O., Kartashov, V., ...Sheiko, S., Babkin, S.//2019 IEEE International Scientific-Practical Conference: Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2019 - Proceedings, 2019, сtp. 175-178, 9061337
47. Features of acoustic noise of small unmanned aerial vehicles / Semenets, V.V., Kartashov, V.M., Leonidov, V.I. //Telecommunications and Radio Engineering (English translation of Elektrosvyaz and Radiotekhnika), 2020, 79(11), сtp. 985-995
48. Geometric Analysis Of A Laser Scanner Functioning Based On Dynamic Triangulation /Sepulveda-Valdez, C., Sergiyenko, O., Tyrsa, V, Mercorelli, P., Kolendovska, M.// IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152268, Pages 1398-1403
49. Individual Scans Fusion in Virtual Knowledge Base for Navigation of Mobile Robotic Group with 3D TVS / M. Ivanov, O. Sergiyenko, V. Tyrsa, P. Mercorelli, V.M. Kartashov, W. Hernandez, S. Sheiko, M. Kolendovska // IECON 2018 – 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. – P. 3187–3192.
50. Methods for ensuring the accuracy of radiometric and optoelectronic navigation systems of flying robots in a developed infrastructure/Sotnikov, O., Kartashov, V.G., Tymochko, O., ...Mercorelli, P., Flores-Fuentes, W.//Machine Vision and Navigation, 2019, сtp. 537-577
51. Optical detection of unmanned air vehicles on a video stream in a real-time/Kartashov, V., Oleynikov, V., Zubkov, O., Sheiko, S.// 2019 International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019 - Proceedings, 2019, 9165362
52. Principles Of Construction And Assessment Of Technical Characteristics Of Multi-Frequency Atmospheric Sodar In The Humidity Measurement Mode / Kartashov, V.M., Sidorov, G.I., Sheiko, S.A., Kolendovskaya, M.M., Sergienko, O.Yu. // Telecommunications And Radio Engineering (English Translation Of Elektrosvyaz And Radiotekhnika), 2020, ISSN Print: 0040-2508, ISSN Online: 1943-6009, DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v79.i4.50, p. 323-333
53. Research Of The Uncertainty Of Measurement Frequencies And Definitions Of The Frequency Signal In The Waveguide With Respect To Power / Semenets, V.Zakharov, I. Serhiienko, M., Kartashov, V.M., , Kolendovska, M.,

- Hernandez, W., Hipolito, J.I.N., Tyrsa, V.// 45th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, IECON 2019; Lisbon Congress CenterLisbon; Portugal; 14 October 2019 до 17 October 2019; CFP19IEC-ART; Код 155980, Volume 2019-October, October 2019, № 8927203, Pages 4674-4679
- 54.Spatial-Temporal Processing Of Acoustic Signals Of Unmanned Aerial Vehicles /Kartashov V.M., Oleinikov V.N., Zubkov O.V., Sheiko S.A., Kolendovska M.M.// Telecommunications And Radio Engineering (English Translation Of Elektrosvyaz And Radiotekhnika), 2020, ISSN Print: 0040-2508, ISSN Online: 1943-6009, DOI: 10.1615/Telecomradeng.v79.i9.40, p. 769-780
 - 55.Stereoscopic Vision Systems In Machine Vision, Models, And Applications (Book Chapter)/ Ramírez-Hernández, L.R., Rodríguez-Quinonez, J.C., Castro-Toscano, M.J., Kolendovska, M., Murrieta-Rico, F.N.// Machine Vision And Navigation, 2019 Machine Vision and Navigation30 September 2019, Pages 241-265
 - 56.The Use of Factorization and Multimode Parametric Spectra in Estimating Frequency and Spectral Parameters of Signal/Semenets, V., Kartashov, V., Sergiyenko, O., ...Rodriguez-Quinonez, J.C., Flores-Fuentes, W.//IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 2020, 2020-June, стр. 215-219
 - 57.Use of Acoustic Signature for Detection, Recognition and Direction Finding of Small Unmanned Aerial Vehicles/Kartashov, V., Oleynikov, V., Koryttsev, I., ...Babkin, S., Selieznov, I.//Proceedings - 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering, TCSET 2020, 2020, стр. 377-380

10.2 Допоміжна література

1. Wei Z., Z. Xuan, J. Yu. Some developments of precision frequency measurement technique / Z. Wei, Z. Xuan, J. Yu // Proceedings of the 1995 International Frequency Symposium. – 1995. - P. 354–359.
2. Weng Peng-Hsiang. Modulation Based Time Resolved Laser Scanning Microscopy / Peng-Hsiang Weng, Fu-Jen Kao // [The Second Asian and Pacific Rim Symposium on Biophotonics](#), 14-17 Dec. 2004. - 2004. - P. 97- 98. ISBN: 0-7803-8676-0
3. Widrow B. Adaptive Signal Processing / B.Widrow; S.D. Stearns. - Prentice-Hall: Englewood Cliffs, NJ, USA, 1985
4. Flores-Fuentes W. Analog Signal Processing in Light Scanning Sensors for Structural Health Monitoring Accuracy Enhancement. / W. Flores-Fuentes, M. Rivas-Lopez, O. Sergiyenko, Rivera-Castillo, and D. Hernandez-Balbuena. // Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science (WCECS 2013), San Francisco, USA, 23-25 October, 2013, Vol I, pp. 655-661. ISBN: 978-988-19252-3-7, ISSN: 2078-0958 (Print); ISSN: 2078-0966 (Online)
5. Sergiyenko O.Yu.. Precise Optical Scanning for multiuse / O.Yu. Sergiyenko, W. Hernandez, V. V. Tyrsa, D. Hernández-Balbuena // Proceedings of IEEE-

- 35th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics (IECON'09), 3-5 November, 2009, Porto, Portugal. – 2005. - P. 3399-3404. ISBN 978-1-4244-4649-0/09
6. Sergiyenko O. Estimation of the acceleration of a car under performance tests by using an optimal observer / O. Sergiyenko, W. Hernández, Jesús de Vicente, V.Tyrsa // Proceedings of IEEE-36th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics (IECON-2010), Glendale-Phoenix, Arizona, USA. – 2010. - P. 2828-2832. ISBN: 978-1-4244-5226-2/ISSN: 1553-572X.
 7. Sergiyenko O. Fast Method for Frequency Measurement by Rational Approximations with Application in Mechatronics / [Oleg Sergiyenko, Daniel Hernandez-Balbuena, Patricia L. A. Rosas-Méndez, Vera Tyrsa and Moises Rivas-Lopez] // Modern Metrology Concerns. Edited by Luigi Cocco – InTech, 2012. – P. 201-220.
 8. Sergiyenko Oleg, Daniel Hernandez Balbuena, Vera Tyrsa, Larysa Burtseva, Moises Rivas Lopez, Signal frequency measurement by rational approximations, Measurement, Elsevier, vol. 42, no. 1, 2009, pp. 136–144. doi:10.1016/j.measurement.2008.04.009. ISSN: 0263-2241.
 9. Sergiyenko O., Hernández D., M. Rivas L., L. Burtseva, V. Tyrsa. Method for Phase Shift Measurement using Farey Fractions. IEEE-LEOS Proceedings “Multiconference on Electronics and Photonics”(MEP-2006), Guanajuato, Mexico, Guanajuato, 7-10 de noviembre 2006, 2006, p. 181 -185, ISBN 1-4244-0627-7, ISSN/Library of Congress Number 2006932321.
 10. Dai Tao. Vision Sensor Based Tracking and Focusing of 3-D Singular Points./ Tao Dai, Xiang Chen, Robert Drake, Jun Yang// [Proceedings of 2005 IEEE International Conference](#) on Mechatronics and Automation, Niagara Falls, Ont., Canada. – 2005. - Vol. 3. - P. 1312-1317.
 11. Diosi A. Laser scan matching in polar coordinates with application to SLAM / A. Diosi, L.Kleeman // Proceedings of IEEE/RSJ International Conference on [Intelligent Robots and Systems \(IROS 2005\)](#). – 2005. P. 3317- 3322.
 12. Downie N.M. Fundamentals of Measurement: Techniques and Practices / N.M. Downie. - Oxford University Press, New York, 1967. - 482p.
 13. Du Y. The new navigation system for automatic guided vehicle / Y.Du, X.Gao, Z.Liu, M. Sun // Chinese Control and Decision Conference. – 2008. – P. 4653–4658.
 14. Sergiyenko Oleg, Larisa Burtseva, Miguel Bravo, Ismael Rendón, Vera Tyrsa. Scanning vision System for Mobile Vehicle Navigation. IEEE-LEOS Proceedings “Multiconference on Electronics and Photonics”(MEP-2006), Guanajuato, Mexico, Guanajuato, 7-10 de noviembre 2006, 2006, p.178-181, ISBN 1-4244-0627-7, ISSN/Library of Congress Number 2006932321.
 15. Sergiyenko Oleg, Luis C. Básaca, Julio C. Rodríguez, Vera V. Tyrsa, Wilmar Hernández, Juan I. Nieto Hipólito, Oleg Starostenko. Resolution improvement of Dynamic Triangulation method for 3D Vision System in Robot Navigation task, Proceedings of IEEE-36th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics (IECON-2010), Glendale-Phoenix, Arizona, USA, 7-10 November, 2010, pp. 2880-2885. ISBN: 978-1-4244-5226-2/ISSN: 1553-572X.
 16. Sergiyenko Oleg, Luis C. Básaca, Julio C. Rodríguez, Vera V. Tyrsa, Wilmar Hernández, Juan I. Nieto Hipólito, Oleg Starostenko. 3D Laser Scanning

- Vision System for Autonomous Robot Navigation, Proceedings of IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISIE-2010), Bari, Italy, July 4-7, 2010, pp.1773-1779, ISBN 978-1-4244-6391-6/10.
17. Sergiyenko, O. Yu. (2010). Optoelectronic System for Mobile Robot Navigation. Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing, 46(5), October, 2010, 414-428.
 18. Wilamowski B.M. Improved computation for levenberg-marquardt training / B.M. Wilamowski, H. Yu // IEEE Transactions On Neural Networks. – 2010. - N 21(6). – P. 930–937.
 19. Wilamowski B.M., H. Yu, <http://reference.wolfram.com/mathematica/tutorial/unconstrainedoptimizationconjugategradientmethods.html> (2011).
 20. Winkelbach S. Low-cost Laser Range Scanner and Fast Surface Registration Approach / S. Winkelbach, S. Molkenstruck, F. Wahl // Proceedings of DAGM, Springer Berlin Heidelberg. – 2006. - P. 718-728.
 21. Wyatt C. L. Electro-optical system design: for information processing / C.L. Wyatt. - New York- London-México: McGraw-Hill, 1991. - 343 p.
 22. Yu Hui. UWB Positioning System Design: Selection of Modulation and Multiple Access Schemes. / Hui Yu, Enrique Aguado, Gary Brodin, John Cooper, David Walsh and Hal Strangeways // The Journal of Navigation. – 2008. - N 61. - P. 45–62.
 23. Zhou K. Robust and Optimal Control / K. Zhou, J.C. Doyle, K. Glover. - Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall, 1996. – 596 p.
 24. O. Sergiyenko. The mediant-method for fast mass/concentration detection for nanotechnologies. Inderscience, International Journal of Nanotechnology, Vol. 13, No. 1-3, 2016, pp. 236-246. ISSN: 1741-8151 (online), 1475-7435 (print)
 25. [Murrieta-Rico, F.N.](#); [Sergiyenko Oleg](#); [Petranovskii, V.](#); [Hernandez-Balbuena, D.](#); Lars Lindner; Tyrsa, V; [Moises Rivas-Lopez](#); [Juan I. Nieto-Hipolito](#); and V.M.Karthashov. Pulse width influence in fast frequency measurements using rational approximations. Elsevier, “Measurement”, Volume 86, May 2016, Pages 67-78. ISSN: 0263-2241
 26. [O.Yu. Sergiyenko](#), [M.V. Ivanov](#), [V.V. Tyrsa](#), [V.M. Kartashov](#), [M. Rivas-López](#), [D. Hernández-Balbuena](#), [W. Flores-Fuentes](#), [J.C. Rodríguez-Quinonez](#), [J.I. Nieto- Hipólito](#), [W. Hernandez](#), [A. Tchernykh](#). Data transferring model determination in robotic group, [Robotics and Autonomous Systems](#) by Elsevier, vol. 83, September 2016, pp. 251-260, ISSN 0921-8890
 27. Wendy Flores-Fuentes, Oleg Sergiyenko, Felix F. Gonzalez-Navarro, Moises Rivas-Lopez, Julio C. Rodríguez-Quinonez, Daniel Hernandez-Balbuena, Vera Tyrsa and Lars Lindner. Multivariate Outlier Mining and Regression Feedback for 3D Measurement Improvement in Opto-Mechanical System. Optical and Quantum Electronics by Springer, vol.48, N8, August 2016, pp. 1-21.

11 ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Основні програмні продукти створення програмних продуктів.