

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інженерного навчально-наукового
інституту ім. Ю.М.Потебні ЗНУ


(підпис)

Наталія Метеленко
(прізвище, ім'я)

МІКРОЕЛЕКТРОННІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ

(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки магістра
(назва освітнього ступеня)

очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти
спеціальності 176 Мікро-та наносистемна техніка
(шифр, назва спеціальності)

спеціалізації / предметної спеціальності _____
(шифр і назва)

освітньо-професійна програма Мікроелектронні інформаційні системи
(назва)

Укладач / Укладачі: Ніконова З.А., кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри
електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення
(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри електроніки,
інформаційних систем та програмного
забезпечення

Протокол № 1 від "28" серпня 2023 р.
Завідувач кафедри


(підпис)

Т.В. Критська
(ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою
Інженерного навчально-наукового інституту
ім. Ю.М. Потебні

Протокол № 1 від "30" серпня 2023 р.
Голова науково-методичної ради


(підпис)

Т.А. Шарапова
(ініціали, прізвище)

Погоджено:
Гарант ОП


(підпис)

О.Ю. Небеснюк
(ініціали, прізвище)

Погоджено:
Відповідальний за секцію «Технічні науки»


(підпис)

А.І. Безверхий
(ініціали, прізвище)

2023 рік

1.Опис навчальної дисципліни

1	2	3	
Галузь знань, спеціальність, освітня програма рівень вищої освіти	Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі	Характеристика навчальної дисципліни	
		очна (денна) форма здобуття освіти	заочна (дистанційна) форма здобуття освіти
Галузь знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації	Кількість кредитів – 3	Вибіркова	
		Дисципліни вільного вибору студента в межах спеціальності	
Спеціальність 176 Мікро-та наносистемна техніка	Загальна кількість годин – 90	Семестр:	
		3 -й	3 -й
Освітньо-професійна програма Мікроелектронні інформаційні системи	Змістових модулів – 4	Лекції	
		12 год.	8 год.
		Практичні	
		22 год.	8 год.
Рівень вищої освіти: магістерський	Кількість поточних контрольних заходів – 12	Самостійна робота	
		год.56	год.74
		Вид підсумкового семестрового контролю: залік	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета викладання дисципліни «Мікроелектронні інформаційні системи» це підготовка висококваліфікованих фахівців, які отримають спеціальні теоретичні та практичні знання, вміння і навички для вирішення завдань з розроблення, розгортання та експлуатації сучасних мікро- та наноелектронних інформаційних систем.

Завданням є формування стійких уявлень про мікроелектронні інформаційні системи; конструкторсько – технологічні засади їх створення із заданим функціональним призначенням і переліком технічних параметрів окремих вузлів, склад модулів та підсистем; визначення характеристик та шляхи їх покращення; вдосконалення сучасних та розробку нових видів інформаційних систем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент **зможе:**

- Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її.
- Забезпечувати професійний розвиток членів колективу з урахуванням світового досвіду і вимог до персоналу в сфері розробки та експлуатації мікро- та наноелектронних систем.
- Досліджувати процеси у мікро- та наноелектронних системах, приладах й компонентах з використанням сучасних експериментальних методів та обладнання, здійснювати статистичну обробку та аналіз результатів експериментів.
- Практикувати інформаційний та науковий пошук, використовувати бази даних і знань, критично осмислювати та інтерпретувати результати, робити висновки та формувати напрями дослідження з урахуванням вітчизняного й закордонного досвіду.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
Вид компетентності	
1	2
Загальні компетентності: <ul style="list-style-type: none">– ЗК2. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово– ЗК4. Здатність проводити досліджень на відповідному рівні– ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.	Методи: Наочні методи (стенди, схеми, моделі, програмні продукти). Словесні методи (лекція, пояснення, робота з підручником). Практичні методи (індивідуальні та тестові завдання, контрольні, розробка схем приладів за допомогою сучасних програмних продуктів).

	<p>Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації). Проблемно-пошукові методи (репродуктивні). Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення та обговорення наукових робіт та цікавих винаходів).</p>
<p>Спеціальні компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> – СК 3. Здатність аналізувати та синтезувати мікро- та нанoeлектронні системи різного призначення – СК 4. Здатність розробляти, ґрунтовано вибирати і використовувати сучасні методи обробки та аналізу сигналів в мікро- і нанoeлектронних приладах та системах – СК 9. Здатність до розроблення вузлів, приладів і систем мікро- та наносистемної техніки нового функціонального призначення 	<p>Методи: Дослідницький (наукова самостійна робота, проекти, макети виробів). Наочні методи (стенди, схеми, моделі, програмні продукти). Проблемно-пошукові методи (репродуктивні). Практичні методи (індивідуальні та тестові завдання, контрольні, розробка схем приладів за допомогою сучасних програмних продуктів). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації). Метод формування пізнавального інтересу(навчальна дискусія, створення та обговорення наукових робіт та цікавих винаходів).</p>
<p>Програмні результати навчання:</p> <ul style="list-style-type: none"> – P8. Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її – P10. Забезпечувати професійний розвиток членів колективу з урахуванням світового досвіду і вимог до персоналу в сфері розробки та експлуатації мікро- та нанoeлектронних систем – P11. Досліджувати процеси у мікро- та нанoeлектронних системах, приладах й компонентах з використанням сучасних експериментальних методів та обладнання, здійснювати статистичну обробку та аналіз результатів експериментів – P16. Практикувати інформаційний та науковий пошук, використовувати бази даних і знань, критично осмислювати та інтерпретувати результати, робити висновки та формувати напрями дослідження з урахуванням вітчизняного й закордонного досвіду 	<p>Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, програмований, лабораторно-практичний). Контрольні заходи: письмова робота за змістовим модулем, надання звіту із виконання практичної роботи, виконання індивідуального завдання, підсумкове тестування.</p>

Міждисциплінарні зв'язки. Курс «Мікроелектронні інформаційні системи» є логічним продовженням опанування здобувачами освіти відповідних компетентностей та програмних результатів навчання в рамках спеціальності 176 «Мікро – та наносистемна техніка» другого магістерського рівня. Набуті при вивченні даного курсу знання необхідні у виробничій практиці, виконанні кваліфікаційної роботи магістра та подальшій дослідницькій діяльності в галузі електроніки, автоматизації та електронних комунікацій.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1 Інформаційні мікро- та наноелектронні системи

Тема 1. Сучасні інформаційні технології для дослідження та аналізу процесів у мікро- та наноелектронних системах, технічне обладнання та устаткування, програмні засоби та інструменти.

Тема 2. Методи моделювання, принципи організації та функціонування, виробництва та тестування інформаційних мікро- та наноелектронних систем.

Змістовий модуль 2 Магнітоелектроніка в інформаційних системах

Тема 3. Методи використання магнітних приладів в мікроелектронних інформаційних системах. Основні магнітні властивості твердих тіл та їх застосування в електроніці та наноелектроніці, у тому числі сучасні магнітні електронні прилади для досліджень у біології та медицині.

Тема 4. Нанофізика магнетиків, вплив структури на фізичні властивості магнітних наноматеріалів і перспективи розвитку та застосування.

Змістовий модуль 3 Мікроелектронні сенсорні системи

Тема 5. Сучасні програмні та апаратні засоби для розробки і проєктування окремих вузлів бездротових сенсорних мереж та систем в цілому; експлуатаційні характеристики таких систем та їх застосування.

Тема 6. Інтегровані програмно-апаратні інформаційно-керуючі системи; програмно, функціонально і структурно об'єднані системи для збору, обробки, збереження та аналізу інформації та подальшого вироблення на цій основі впливів на виконавчі елементи або об'єкт управління.

Змістовий модуль 4 Оптикоелектронні інформаційні системи

Тема 7. Трансконтинентальні інформаційні мережі, волоконно-оптичні системи передачі інформації (ВОСП); обчислювальні системи та системи розпізнавання образів; системи відображення інформації.

Тема 8. Оптикоелектронні комп'ютери; стереоскопічні системи, що імітують характеристики людського зору з автоматичним розпізнаванням рухомих об'єктів; солітонні системи зв'язку зі швидкістю передачі інформації 100 Тбіт/с і більше.

4. Структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години						Самостійна робота, год		Система накопичення балів		
		Усього годин		Лекційні Заняття, год		Практичні, заняття, год				Теор. зав-ня, к-ть балів	Практ. зав-ня, к-ть балів	Усього балів
				о/д ф.	з/ди ст ф.	о/д ф.	з/дист ф.	о/д ф.	з/дист ф.			
1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	15	8	4	3	2	6	2	7	11	4	8	12
2	15	8	4	3	2	6	2	7	11	4	8	12
3	15	8	4	3	2	6	2	7	11	4	8	12
4	15	10	4	3	2	4	2	5	11	4	8	12
Індивід.завд												12
Усього за змістові модулі	60	34	16	12	8	22	8	26	44	16	32	60
Підсумкови й семестрови й контроль залік	30							30	30	20	20	40
Загалом		90								100		

5. Теми лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	2	3	4
1	Сучасні інформаційні технології для дослідження та аналізу процесів у мікро- та наноелектронних системах, технічне обладнання та устаткування, програмні засоби та інструменти. Методи моделювання, принципи організації та функціонування, виробництва та тестування інформаційних мікро- та наноелектронних систем.	3	2
2	Методи використання магнітних приладів в мікроелектронних інформаційних системах. Основні магнітні властивості твердих тіл та їх застосування в електроніці та наноелектроніці, у тому числі сучасні магнітні електронні прилади для досліджень у біології та медицині. Нанофізика магнетиків, вплив структури на фізичні властивості магнітних наноматеріалів і перспективи розвитку та застосування.	3	2
3	Сучасні програмні та апаратні засоби для розробки і проектування окремих вузлів бездротових сенсорних мереж та систем в цілому; експлуатаційні характеристики таких систем та їх застосування. Інтегровані програмно-апаратні інформаційно-керуючі системи; програмно, функціонально і структурно об'єднані системи для збору, обробки, збереження	3	2

	та аналізу інформації та подальшого вироблення на цій основі впливів на виконавчі елементи або об'єкт управління.		
4	Трансконтинентальні інформаційні мережі, волоконно-оптичні системи передачі інформації (ВОСП); обчислювальні системи та системи розпізнавання образів; системи відображення інформації. Оптиелектронні комп'ютери; стереоскопічні системи, що імітують характеристики людського зору з автоматичним розпізнаванням рухомих об'єктів; солітонні системи зв'язку зі швидкістю передачі інформації 100 Тбіт/с і більше.	3	2
Разом		12	8

6. Теми практичних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	2	3	4
1	Моделювання мікроелектронної інформаційної системи	3	2
1	Способи кодування інформації	3	
2	Зв'язування і впровадження об'єктів у MS Excel	3	2
2	Побудова блок – схеми мікроелектронної інформаційної системи керування електричними мережами	3	
3	Рішення логічних задач засобами алгебри логіки	3	2
3	Створення базових таблиць в ACCESS	3	
4	Розрахунок параметрів та розробка технічного завдання для індивідуального проєкту	4	2
Разом		22	8

7. Самостійна робота

№ модуля	Зміст самостійної роботи	Кількість годин, денна форма	Кількість годин, заочна форма
1	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ПР1	2	4
	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ПР2.	2	4

№ модуля	Зміст самостійної роботи	Кількість годин, денна форма	Кількість годин, заочна форма
1	Підготовка до проміжного контролю	3	3
2	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ПР3. Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ПР4.	2 2	4 4
2	Підготовка до проміжного контролю	3	3
3	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ПР5. Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ПР6.	2 2	4 4
3	Підготовка до проміжного контролю	3	3
4	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ПР7.	2	6
4	Підготовка до проміжного контролю	3	5
Разом		26	44

8. Види і зміст поточних контрольних заходів

№ змістового модуля	Види поточних контрольних заходів	Зміст поточного контрольного заходу	*Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
1	Проміжний контроль знань	Питання для підготовки: Сучасні інформаційні технології для дослідження та аналізу процесів у мікрота наноелектронних системах, технічне обладнання та устаткування, програмні засоби та інструменти. Методи моделювання, принципи організації та функціонування, виробництва та тестування інформаційних мікро- та наноелектронних систем.	Письмова робота оцінюються: правильно/неправильно. Кількість завдань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	4
	Практична робота 1	Вимоги до виконання та оформлення:	Кожне завдання практичної роботи	4

	Практична робота 2	Практична робота виконується з використанням комп'ютерної техніки. Завдання для практичної роботи у вигляді файлів PDF завантажено на сайт системи Moodle ЗНУ.	за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	4
Усього за ЗМ 1	3			12
2	Проміжний контроль знань	Питання для підготовки: Методи використання магнітних приладів в мікроелектронних інформаційних системах. Основні магнітні властивості твердих тіл та їх застосування в електроніці та наноелектроніці, у тому числі сучасні магнітні електронні прилади для досліджень у біології та медицині. Нанофізика магнетиків, вплив структури на фізичні властивості магнітних наноматеріалів і перспективи розвитку та застосування.	Письмова робота оцінюється: правильно/неправильно. Кількість завдань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	4
	Практична робота 3 Практична робота 4	Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота виконується з використанням комп'ютерної техніки. Завдання для практичної роботи у вигляді файлів PDF завантажено на сайт системи Moodle ЗНУ.	Кожне завдання практичної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	4 4
Усього за ЗМ 2	3			12
3	Проміжний контроль знань	Питання для підготовки: Сучасні програмні та апаратні засоби для розробки і проектування окремих вузлів бездротових сенсорних мереж та систем в цілому; експлуатаційні характеристики таких систем та їх застосування. Інтегровані програмно-апаратні інформаційно-керуючі системи; програмно,	Письмова робота оцінюється: правильно/неправильно. Кількість завдань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал	4

		функціонально і структурно об'єднані системи для збору, обробки, збереження та аналізу інформації та подальшого вироблення на цій основі впливів на виконавчі елементи або об'єкт управління.		
	Практична робота 5 Практична робота 6	Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота виконується з використанням комп'ютерної техніки. Завдання для практичної роботи у вигляді файлів PDF завантажено на сайт системи Moodle ЗНУ.	Кожне завдання практичної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	4 4
Усього за ЗМ 3	3			12
4	Проміжний контроль знань	Питання для підготовки: Трансконтинентальні інформаційні мережі, волоконно-оптичні системи передачі інформації (ВОСП); обчислювальні системи та системи розпізнавання образів; системи відображення інформації. Оптикоелектронні комп'ютери; стереоскопічні системи, що імітують характеристики людського зору з автоматичним розпізнаванням рухомих об'єктів; солітонні системи зв'язку зі швидкістю передачі інформації 100 Тбіт/с і більше.	Письмова робота оцінюються: правильно/неправильно. Кількість завдань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал	4
	Практична робота 7	Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота виконується з використанням комп'ютерної техніки. Завдання для практичної роботи у вигляді файлів PDF завантажено на сайт системи Moodle ЗНУ.	Кожне завдання практичної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 8 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	8

Усього за ЗМ 4	2			12
Індивідуальне завдання (ІЗ)		ІЗ виконується у вигляді письмової роботи з обов'язковим публічним захистом на останньому навчальному тижні. Перед публічним захистом робота надсилається на попереднє рецензування (електронна скринька: <i>zn.a@ukr.net</i> , <i>nikonova.za.21@gmail.com</i> . Тема ІЗ обирається впродовж перших двох перших тижнів семестру з переліку запропонованих тем. Тематика, вимоги до обсягу та оформленню ІЗ та презентації див. на сторінці курсу у Moodle: https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=9757	ІЗ оцінюється від 1 до 12 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті завдання	12
Усього за змістові модулі	12			60

9. Підсумковий семестровий контроль

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
Залік	Тестування	Питання для підготовки: див. питання до ЗМ 1–4 у таблиці 8. Тестування передбачає обмежену у часі (60 хвилин) відповідь на теоретичні питання. У разі дистанційної форми навчання залік проходить у тестовій формі через платформу Moodle.	Тестові питання оцінюються: Із 6 відповідей обрати правильний варіант. Кількість питань 20. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	20
	Письмова практична робота	Робота складається з 2 практичних завдань, які виконуються з використанням комп'ютерної техніки	Завдання оцінюється: правильно/неправильно. Правильне завдання оцінюється у 10 балів, з урахуванням	20

			відповідей на запитання.	
Усього за підсумковий семестровий контроль	2			40

Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		

10. Рекомендована література

Основна:

1. Філяшкін М.К. Мікроелектронні інформаційні системи: навчальний посібник. Київ: НАУ, 2019. 276 с.
2. Панченко Т.В. [та ін.] Функціонально активні та інтелектуальні матеріали: підручник. Дніпро: Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Акцент ПП, 2017. 128 с.
3. Розорінов Г.М. , Соловійов Д.О. Високошвидкісні волоконно-оптичні лінії зв'язку: навч. посіб. 2-е вид., перероб. і допов. Київ: Кафедра, 2020. 344с.
4. Лепіх Я. І., Гордієнко Ю.О., Дзядевич С.В. Створення мікроелектронних датчиків нового покоління для інтелектуальних систем: монографія. Одеса: “Астропринт”, 2018. 296 с.
5. Ленков С. В. Мікроелектронні датчики для інформаційних (інтелектуальних) систем спеціального призначення. Наука і оборона. 2010. №3. С 55-58.

Додаткова:

1. Методологія інформаційних систем та баз даних: теоретичний і практичний підходи: навч. посібник / уклад. Ю.О. Ушенко, М.Л. Ковальчук, М.С. Гавриляк, А.Л. Негрич. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2021. 240 с.
2. Небеснюк О. Ю., Ніконова З. А. Мікроелектронний діагностично-терапевтичний комплекс для рефлексотерапії. В кн.: INTERNATIONAL SECURITY STUDIOS: managerial, economic, technical, legal, environmental, informative and psychological aspects Tbilisi, Georgia: Georgian Aviation University. 2023 С. 873-889.
3. Небеснюк О. Ю., Ніконова З. А., Тимошенко А. В. Розробка моделі комплексу для контролю параметрів напівпровідникових структур. modern research in world science.

- Proceedings of the 11th International scientific and practical conference. Львів: SPC “Sci-conf.com.ua”, 2023. С. 463-467.
4. Ніконова З. А., Бондаренко М.О., Гурін М. Р. Розробка дистанційного аналізатора повітря. modern research in world science. Proceedings of the 11th International scientific and practical conference. Львів: SPC “Sci-conf.com.ua”, 2023. С. 347-351.
 5. Ніконова З. А., Небеснюк В. О. Розпізнавання математичних виразів в графічному представленні даних. Modern research in world science. Proceedings of the 11th International scientific and practical conference. Львів: SPC “Sci-conf.com.ua”, 2023. С. 413-417.
 6. Ніконова З. А., Ніконова А. О., Марченко І. С. Мікроелектронна охоронна система. Modern research in world science. Proceedings of the 11th International scientific and practical conference. Львів: SPC “Sci-conf.com.ua”, 2023. С. 404-409.
 7. Ніконова З. А., Небеснюк В. О., Рябко Д. В. Electrical stimulation in diagnosis and treatment of eye pathology. The 1st International scientific and practical conference “Modern problems of science, education and society” Київ: SPC “Sci-conf.com.ua”, 2023. С. 246-249.
 8. Перловський О. М., Небеснюк О. Ю., Ніконова З. А. Модуль телеметричного каналу даних для ЕКГ– телеметрії. I Международная научно-практическая конференция «TOPICAL ISSUES OF MODERN SCIENCE, SOCIETY AND EDUCATION» Харків: SPC —Sci-conf.com.ua, 2021. С. 277-283.
 9. Бройдо, В.Л. Обчислювальні мікроелектронні системи, мережі та телекомунікації: посібник. Київ, 2006 .703 с.
 10. Проценко І. Ю., Н. І. Шумакова. Наноматеріали і нанотехнології в електроніці : підручник. Суми : Сумський державний університет, 2018. 155 с.
 11. Основи електроніки з елементами мікроелектроніки : навч. посіб. / Укл. : П. Г. Стахів, В. І. Коруд, О. Є. Гамола та ін. Львів : Магнолія, 2019. 225 с.
 12. Ленков С. В., Селюков О. В. Деякі проблеми з області розробки й модернізації військової техніки. Погляд з середини. Наука і оборона, 2007. № 2. С. 38–41.
 13. Готра З.Ю. Фізичні основи електронної техніки: підручник. Львів: Бескид Біт. , 2017. 55с.
 14. Кулаков, Ю.О. Комп'ютерні мережі : підручник для ВНЗ. Київ: Юніор, 2018. 395 с.
 15. Мюллер, С. Модернізація та ремонт ПК: пер. з англ. «Віл'ямс», 2019.1180 с.
 16. Arduino. Статті 2018. URL: <https://www.arduino.cc/en/Guide/HomePage>.
 17. Y. Wu, D. B. Farmer, W. Zhu, S.J. Han, C. D. Dimitrakopoulos, A. A. Bol, P. Avouris, and Y. M. Lin, "Three-Terminal Graphene Negative Differential Resistance Devices", ACS Nano, 2012.vol. 6 (3). 2610-2616pp.

Інформаційні ресурси:

- 1.Наукова бібліотека Запорізького національного університету. URL: <http://library.znu.edu.ua/>
- 2.Система електронного забезпечення навчання ЗНУ. URL: <https://moodle.znu.edu.ua/>
- 3.Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>
4. AnyLogic: імітаційне моделювання для бізнесу URL: <https://www.anylogic.com/>
5. Електронні кромпоненти. URL:<https://uk.wikipedia.org/wiki>
- 6 Electronics Tutorials (Basic Electronics Tutorials and Revision) веб-сайт. URL: <http://www.electronics-tutorials.ws> (дата звернення 31.05.2023)