

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК26- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 1

## ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету  
інформаційно-комп'ютерних  
технологій



31 серпня 2023 р., протокол № 5

Голова Вченої ради

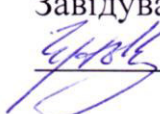
 Тетяна НІКІТЧУК

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Приймання та оброблення сигналів і зображень»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»  
освітньо-професійна програма «Інформаційні відеосистеми та системи  
контролю доступу»  
факультет інформаційно-комп'ютерних технологій  
кафедра комп'ютерних технологій у медицині та телекомунікаціях

Схвалено на засіданні кафедри  
комп'ютерних технологій у  
медицині та телекомунікаціях  
28 серпня 2023 р., протокол №7

Завідувач кафедри

 Владислав ЧУХОВ

Гарант освітньо-професійної  
програми

 Олександр АНДРЕСВ

Розробник: к.т.н., доцент кафедри комп'ютерних технологій у медицині та телекомунікаціях ЦИПОРЕНКО Валентин, ст.викл. АНДРУСЕНКО Євген

Житомир  
2023 – 2024 н.р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК26- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 2

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 4	Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»	Нормативна	
Модулів – 2	Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		2024	2024
Загальна кількість годин - 120		Семестр	
		6-й	6-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 самостійної роботи – 2,5	Освітній ступінь «бакалавр»	Лекції	
		48 год.	8 год.
		Практичні	
		0 год.	0 год.
		Лабораторні	
		32 год.	6 год.
		Самостійна робота	
40 год.	106 год.		
Індивідуальна робота:		–	
Вид контролю: екзамен			

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 67 % аудиторних занять, 33 % самостійної та індивідуальної роботи;

для заочної форми навчання – 12 % аудиторних занять, 88 % самостійної та індивідуальної роботи.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК26- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 3

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою навчальної дисципліни «Приймання та оброблення сигналів»** є вивчення основ фізичних процесів, теорії та принципів побудови і функціонування пристроїв приймання та оброблення сигналів, використовуваних у різних телекомунікаційних і радіотехнічних системах.

**Завданнями вивчення навчальної дисципліни** є вивчення основних методів приймання та оброблення сигналів, методів забезпечення основних характеристик пристроїв приймання та оброблення сигналів; формулювання та обґрунтування основних технічних вимог до них та окремих вузлів.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування таких **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»:

**ФК1.** Здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення досліджень, аналізу, обробки та представлення результатів.

**ФК4.** Здатність розуміти технічні і функціональні характеристики телекомунікаційних та радіотехнічних систем, методів і процедур, що використовуються в радіотехніці.

**ФК6.** Здатність планувати, проектувати, розробляти, встановлювати, експлуатувати і підтримувати прилади, обладнання, телекомунікаційні та радіотехнічні пристрої та системи.

**ФК7.** Здатність ефективно використовувати інструменти та методи для аналізу, проектування, розрахунку та випробувань при розробці телекомунікаційних та радіотехнічних пристроїв та систем.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»:

**ПРН4.** Здатність використовувати бази даних, математичне і програмне забезпечення для обробки даних та комп'ютерного моделювання телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

**ПРН5.** Вміти спілкуватися з професіоналами в області телекомунікацій та радіотехніки та розуміти їхні вимоги до технічних продуктів і послуг.

**ПРН8.** Вміти планувати, організовувати, направляти і контролювати системи і процеси в області телекомунікацій та радіотехніки.

**ПРН11.** Вміти аналізувати сигнали, які передаються в телекомунікаційних системах.

**ПРН13.** Вміти вибирати та рекомендувати відповідне обладнання та програмне забезпечення для основних стадій технологічного процесу проектування, діагностики та ремонту.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК26- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 4

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Змістовий модуль 1. Загальні відомості про пристрої приймання та оброблення сигналів**

##### **Тема 1. Загальні відомості про пристрої приймання та оброблення сигналів**

Призначення, складові частини, класифікація приймальних пристроїв. Характеристики приймальних пристроїв. Функціональні вузли та структури приймачів. Моделі та характеристики сигналів.

##### **Тема 2. Радіозавади**

Характеристики радіозавад. Моделі радіозавад. Вплив завад на лінійні селективні кола. Загальні відомості про внутрішні шуми та джерела їх виникнення. Шум елементів приймача. Шумові характеристики приймача та його елементів.

#### **Змістовий модуль 2. Функціональні вузли пристроїв приймання та оброблення. Архітектура програмно-конфігурованого радіо**

##### **Тема 3. Вхідні кола**

Призначення, класифікація та характеристики вхідних кіл. Принципи роботи вхідних кіл різних частотних діапазонів. Аналіз узагальненого вхідного кола. Вхідні кола з настроєною та ненастроєною антенами.

##### **Тема 4. Селективні підсилювачі**

Визначення, призначення, основні параметри та класифікація селективних підсилювачів. Принципи роботи та схеми селективних підсилювачів. Проходження сигналів через селективні підсилювачі.

##### **Тема 5. Підсилювачі проміжної частоти**

Призначення та основні параметри підсилювачів проміжної частоти. Принцип роботи підсилювача проміжної частоти. Коефіцієнт передачі та селективні властивості підсилювачів проміжної частоти.

##### **Тема 6. Перетворювачі частоти**

Призначення, класифікація та основні параметри перетворювачів частоти. Кола перетворювачів частоти.

##### **Тема 7. Детектори**

Призначення, класифікація та основні параметри амплітудних детекторів. Аналіз діодних амплітудних детекторів. Кола амплітудних детекторів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК26- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 5

Обмежувачі амплітуди.

Призначення, класифікація та основні параметри частотних детекторів.  
Принципи роботи та типові схеми частотних детекторів.

Призначення, класифікація та основні параметри фазових детекторів.  
Принципи роботи та типові схеми фазових детекторів.

### **Тема 8. Керування пристроями приймання**

Загальні відомості. Автоматичне регулювання підсиленням. Автоматичне підстроювання частоти.

### **Тема 9. Завади радіоприйому та методи боротьби з ними**

Завадостійкість приймачів. Методи боротьби з адитивними завадами у приймальних пристроях. Методи боротьби з мультиплікативними завадами у приймальних пристроях.

### **Тема 10. Архітектура програмно-конфігурованого радіо (ПКР)**

Радіостанція ПКР: архітектура, параметри, перетворення спектра сигналу. Комбінаційні частоти у перетворенні спектра. Приймач ПКР. Передавач ПКР. Програмна підтримка обладнання радіоканалу ПКР.

**Тема 11.** Основи представлення зображення. Методи покращення зображень. Формати та інтерфейси передачі відео зображень

**Тема 12.** Загальні принципи побудови систем обробки та відтворення відео зображень. Виробництво систем обробки і відтворення зображень, LED екранів

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК26- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 6

#### 4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	лекції	лаборатор- ні	самостійна робота	усього	лекції	лаборатор- ні	самостійна робота
<b>Модуль 1</b>								
<b>Змістовий модуль 1. Загальні відомості про пристрої приймання та оброблення сигналів</b>								
Тема 1. Загальні відомості про пристрої приймання та оброблення сигналів		2	2	4		1	2	8
Тема 2. Радіозавади		2	2	4		1	0	8
<b>Разом за змістовий модуль 1</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>16</b>
<b>Модуль 2</b>								
<b>Змістовий модуль 2. Функціональні вузли пристроїв приймання та оброблення. Архітектура програмно-конфігурованого радіо. Передавання та обробка зображень</b>								
Тема 3. Вхідні кола		2	2	2		0,5	2	11
Тема 4. Селективні підсилювачі		2	2	2		0,5	0	11
Тема 5. Підсилювачі проміжної частоти		4	2	2		0,5	0	11
Тема 6. Перетворювачі частоти		4	2	2		0,5	0	12
Тема 7. Детектори		4	2	2		0,5	0	12
Тема 8. Керування пристроями приймання		4	0	2		0,5	0	11
Тема 9. Завади радіоприйому та методи боротьби з ними		4	2	2		0,5	0	11
Тема 10. Архітектура програмно-конфігурованого радіо		4	0	2		0,5	0	11
Тема 11. Основи представлення зображення. Методи покращення зображень. Формати та інтерфейси передачі відео зображень		8	8	8		1	2	
Тема 12. Загальні принципи побудови систем обробки та відтворення відео зображень. Виробництво систем обробки і відтворення зображень, LED екранів		8	8	8		1	0	
<b>Разом за змістовий модуль 2</b>	<b>104</b>	<b>44</b>	<b>28</b>	<b>32</b>	<b>100</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>90</b>
<b>ВСЬОГО</b>	<b>120</b>	<b>48</b>	<b>32</b>	<b>40</b>	<b>120</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>106</b>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК26- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 7

## 5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Дослідження основних технічних характеристик побутових радіоприймачів	2	0
2	Апаратура для імітації радіосигналів	2	2
3	Розподіл діапазону частот на піддіапазони	2	0
4	Вибір кількості каскадів підсилення	2	0
5	Вхідні кола приймачів. Методи боротьби із завадами радіоприйому	2	0
6	Підсилювачі проміжної частоти. Фільтри зосередженої селекції	2	2
7	Перетворювачі частоти	2	0
8	Амплітудний детектор у режимі малого та великого сигналу	2	0
9	Колірні простори RGB та HSV. Взаємоперетворення	4	2
10	Дослідження основних параметрів відеосигналу в системі обробки та відтворення зображень	4	0
11	Вивчення основних параметрів діодного екрану.	4	
12	Створення файлу налаштувань. Розрахунок параметрів	4	
РАЗОМ		32	6

## 6. Завдання для самостійної роботи

### Тема 1. Загальні відомості про пристрої приймання та оброблення сигналів

- Опрацювання лекційного матеріалу.
- Питання для самостійного вивчення у темі 1: використання інтегральних мікросхем у приймачах [10].
- Підготовка до лабораторної роботи №1.

### Тема 2. Радіозавади

- Опрацювання лекційного матеріалу.
- Питання для самостійного вивчення у темі 2: шумова температура [1, 3, 10]; зв'язок коефіцієнта шуму та шумової температури з реальною чутливістю приймача [3].
- Підготовка до КМР №1.

### Тема 3. Вхідні кола

- Опрацювання лекційного матеріалу.
- Питання для самостійного вивчення у темі 3: вхідні кола УВЧ та НВЧ приймачів [2, 4, 10].
- Підготовка до лабораторної роботи №2.

### Тема 4. Селективні підсилювачі

- Опрацювання лекційного матеріалу.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК26- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 8

2. Питання для самостійного вивчення у темі 4: логарифмічні підсилювачі [2, 4, 5].
3. Підготовка до лабораторних робіт №3, 4.

#### **Тема 5. Підсилювачі проміжної частоти**

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Питання для самостійного вивчення у темі 5: спотворення у підсилювачах проміжної частоти [2].
3. Підготовка до лабораторної роботи №5.

#### **Тема 6. Перетворювачі частоти**

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Питання для самостійного вивчення у темі 6: коефіцієнт перетворення та коефіцієнт шуму перетворювачів частоти [2, 10].
3. Підготовка до лабораторної роботи №6.

#### **Тема 7. Детектори**

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Питання для самостійного вивчення у темі 7: / амплітудне детектування сигналів на фоні завад [1, 3, 4, 10]. Спотворення сигналів у частотних детекторах [2, 10].
3. Підготовка до лабораторної роботи №7.

#### **Тема 8. Керування пристроями приймання**

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Питання для самостійного вивчення у темі 9: ручне керування приймачами [10, 3].

#### **Тема 9. Завади радіоприйому та методи боротьби з ними**

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Питання для самостійного вивчення у темі 9: методи та пристрої оптимального приймання та оброблення сигналів [3].
3. Підготовка до лабораторної роботи №9.

#### **Тема 10. Архітектура програмно-конфігурованого радіо**

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Питання для самостійного вивчення у темі 10: синтезатори частоти [5, 7].
3. Підготовка до КМР №2.

#### **Тема 11.**

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Основи кольору.
3. Колірні простори та стандарти їх представлення [6, 7].

#### **Тема 12.**

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Методи покращення зображень [6, 7].

## **7. Індивідуальні завдання**



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК26- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 9

## 8. Методи навчання

Методами навчання під час викладання дисципліни є: лекції (теорія), лабораторні заняття, самостійна робота, консультації.

## 9. Методи контролю

Під час вивчення дисципліни застосовуються поточний, модульний контроль і підсумковий контроль знань студентів. Останній здійснюється у формі екзамену.

Об'єктом оцінювання знань студентів є програмний матеріал дисципліни різного характеру і рівня складності, засвоєння якого відповідно перевіряється під час поточного контролю і на заліку. Оцінювання здійснюється за 100-бальною шкалою.

1. *Поточний контроль.* В процесі поточного контролю здійснюється перевірка запам'ятовування та розуміння програмного матеріалу, набуття вміння і навичок конкретних розрахунків та обґрунтувань, набуття навичок практичної роботи.

Об'єктами поточного контролю знань студента є:

- 1) систематичність та активність роботи на лабораторних заняттях;
- 2) виконання завдань для самостійного опрацювання;
- 3) виконання модульної роботи (контрольних занять).

При контролі систематичності та активності роботи на лекційних заняттях оцінці підлягають: рівень знань продемонстрований в усних відповідях на лабораторних заняттях, результати контролю.

При контролі виконання завдань для самостійного опрацювання оцінці підлягають: самостійне опрацювання тем в цілому чи окремих питань, проведення контрольних робіт.

При виконанні модульних (контрольних) завдань оцінці підлягають: тести, виконання письмових завдань під час проведення контрольних робіт, інші завдання.

### 2. Система підсумкового контролю

Формою підсумкового контролю з дисципліни є екзамен. Екзамен проводиться в усній формі. Студент має право отримати оцінку за результатами модульного контролю, якщо він виконав всі види навчальної роботи без порушення встановлених термінів і отримав позитивну (за національною шкалою) підсумкову оцінку.

Якщо студент отримав незадовільну оцінку або не згоден з оцінкою за результатами модульного контролю, він повинен скласти екзамен.

### 3. Перелік екзаменаційних завдань

Теоретичні питання, наведені у білетах, добираються з тематичного плану дисципліни, лекційного матеріалу, переліку питань для самостійного вивчення дисципліни, питань самостійної роботи студентів.

## 10. Розподіл балів

Поточне тестування та самостійна робота									Сума
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2							
T1	T2	T4	T5	T6	T7	T8	T9,10	T11,12	100
10	10	8	8	8	8	8	20	20	

1. За відвідування лекційних занять, конспект – 10б.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК26- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 10

2. Контрольно-модульні роботи:  $2 \cdot 256 = 506$ .  
3. Захист звітів з лабораторних робіт:  $8 \cdot 56 = 406$ .  
Всього: 100балів.

### Шкала оцінювання

За шкалою	Екзамен	Бали
A	Відмінно	90-100
B	Добре	82-89
C		74-81
D	Задовільно	64-73
E		60-63
FХ	Незадовільно	35-59
F		0-34

## 11. Рекомендована література

### Основна література

1. Ralf Rudersdorfer Radio receiver technology : principles, architectures, and applications / Ralf Rudersdorfer, Ulrich Graf, Hans Zahnd. – John Wiley & Sons Ltd, 2014. – 317 p.
2. Cornell Drentea Modern Communications Receiver Design and Technology. – Artech House, 2010. – 485 p.
3. Kevin McClaning Wireless Receiver Design for Digital Communications. – 2nd ed. – SciTech Publishing, Inc, 2012. – 775 p.
4. PaulClark, David Clark Introduction to Software Defined Radio. Volume 1. – Meadow Registry Press, 2015. – 173 p.
5. John Bard Software defined radio : the software communications architecture / John Bard, Vincent J. Kovarik Jr. – John Wiley & Sons Ltd, 2007. – 465 p.
7. Кобилін О. А., Творошенко І.С. Методи цифрової обробки зображень: Навчальний посібник. Харків: ХНУРЕ. – 2021. – 124 с.

### Допоміжна література

1. Peter B. Kenington RF and Baseband Techniques for Software Defined Radio. – Artech House, 2005. – 352 p.
2. Marcel Dekker Radio receiver design – Marcel Dekker, Inc, 1989. – 489 p.
3. Heinrich Meyr Digital communication receivers: synchronization, channel estimation and signal processing / Heinrich Meyr, Marc Moeneclaey, Stefan A. Fechtel.– John Wiley & Sons, 1998. – 843 p.
4. Теорія і практика управління використанням радіочастотного ресурсу / П. В. Слободянюк, Т. М. Наритник, В. Г. Благодарний та ін.; за ред. В. Г. Кривуци. – К.: ДУІКТ, 2012. – 596 с.

## 12. Інформаційні ресурси в Інтернеті

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК26- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 11

1. [www.iec.ch](http://www.iec.ch) – Міжнародна електротехнічна комісія.
2. [www.itu.int](http://www.itu.int) – Міжнародний союз з телекомунікацій.
3. [www.cenelec.org](http://www.cenelec.org) – Європейський комітет стандартизації в області електротехніки.
4. <http://www.rrt.ua/> – Концерн радіомовлення, радіозв'язку та телебачення.
5. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1208-2005-%D0%BF> – Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Національної таблиці розподілу смуг радіочастот України» №1208 від 15 грудня 2005 р.
6. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1280-iv> – Закон України «Про телекомунікації» №1280-IV від 18 листопада 2003 р.
7. <https://www.dxzone.com/catalog/Manufacturers/Receivers/> – Radio receivers manufacturers
8. <https://www.hoperf.com/> – HopeRF, Professional RF&SENSOR Designer and Manufacturer
9. <https://www.kenwood.com/usa/com/> – Kenwood
10. <https://www.tentec.com/> – Ten Tec, a Dishtronix Company
11. <https://www.rohde-schwarz.com> – компанія «Rohde & Schwarz», продукція бездротового зв'язку, контрольно-вимірювальне обладнання для радіовимірювань, телерадіомовлення ті мультимедіа, керування повітряним рухом, військовий радіозв'язок, кібербезпека та мережеві технології.
12. [www.nbuv.gov.ua/](http://www.nbuv.gov.ua/) – Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського.
13. [www.lib.ztu.ua/](http://www.lib.ztu.ua/) – Житомирська обласна універсальна наукова бібліотека ім. Олега Ольжича.
14. [www.lib.ztu.edu.ua/](http://www.lib.ztu.edu.ua/) – бібліотека Державного університету «Житомирська політехніка».
15. [www.akoninc.com](http://www.akoninc.com) – AKON, Inc, електронні пристрої з цифровим керуванням для діапазону частот 0,5...40 ГГц.
16. [www.minicircuits.com](http://www.minicircuits.com) – компанія Mini-Circuits, ВЧ та НВЧ пристрої.
17. [www.flann.com](http://www.flann.com) – Flann Microwave, антени, НВЧ пристрої, тестове та вимірювальне обладнання для діапазону частот 2...170 ГГц.
18. [www.etiworld.com](http://www.etiworld.com) – Electromagnetic Technologies Industries (ET Industries), компоненти та системи ВЧ та НВЧ діапазонів.
19. [www.ni-microwavecomponents.com](http://www.ni-microwavecomponents.com) – National Instruments, вимірювальна апаратура, радіочастотні компоненти та пристрої.