

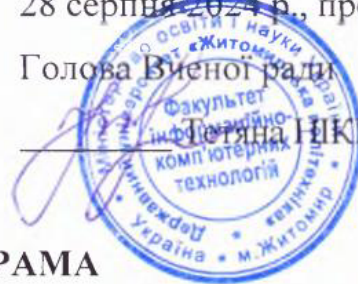
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-22.06- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 13 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету
інформаційно-комп'ютерних
технологій

28 серпня 2024 р., протокол № 8

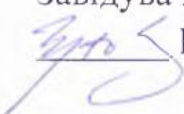
Голова Вченої ради
Тетяна НІКІТЧУК



РОБОЧА ПРОГРАМА вибіркової навчальної дисципліни фахової підготовки «Цифрова техніка та ПЛІС»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»

Схвалено на засіданні кафедри
комп'ютерних технологій у
медицині та телекомунікаціях
26 серпня 2024 р., протокол №8

Завідувач кафедри
Владислав ЧУХОВ

Розробник: к.т.н., доцент кафедри комп'ютерних технологій у медицині та телекомунікаціях ЦИПОРЕНКО Віталій

Житомир
2024 – 2025 н.р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-22.06- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.6-1-2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 13 / 2</i>

Робоча програма вибіркової навчальної дисципліни фахової підготовки «Цифрова техніка та ПЛІС» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» затверджена Вченою радою факультету інформаційно-комп'ютерних технологій від 28 серпня 2024 р., протокол № 8.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-22.06- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 13 / 3

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 5	Галузь знань: 16 «Хімічна та біоінженерія»	<u>За вибором</u> (нормативна, за вибором)	
Модулів – 1	Спеціальність: 163 «Біомедична інженерія»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		3-й	3-й
Загальна кількість годин – 150		Семестр	
		6-й	6-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи – 4,5	Освітній ступінь «бакалавр»	Лекції	
		32 год.	4 год.
		Практичні	
		0 год.	0 год.
		Лабораторні	
		32 год.	6 год.
		Самостійна робота	
86 год.	140 год.		
		Вид контролю: Залік	

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

для денної форми навчання – 43 % аудиторних занять, 57 % самостійної та індивідуальної роботи;

для заочної форми навчання – 7 % аудиторних занять, 93 % 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- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 13 / 4

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є освоєння студентами теоретичних основ функціонування та побудови сучасної цифрової елементної бази, розробки цифрових засобів радіотехнічних та телекомунікаційних систем на ПЛІС та їх програмування.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- Навчитись використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації;
- Навчитись розробці в галузі обчислювальної і мікропроцесорної техніки та програмування, програмних засобів для розв’язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності;
- Оволодіти вмінням проектувати, в т.ч. схемотехнічно нові (модернізувати існуючі) елементи (модулі, блоки, вузли) телекомунікаційних та радіотехнічних систем, систем телевізійного й радіомовлення тощо.

3. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Цифрова елементна база. Алгебра логіки. Синтез цифрових пристроїв.

Тема 1. Цифрова елементна база. Алгебра логіки. Системи зчислення. Двійкова арифметика. Представлення цифрової інформації фізичними сигналами. Алгебра логіки. Принципи роботи та будова цифрових елементів І, НЕ, АБО, тригерів, регістрів, лічильників, порогової логічної схеми, запам’ятовуючих пристроїв.

Тема 2. Синтез цифрових пристроїв. Таблиця істинності. Методи мінімізації логічних функцій. Синтез цифрових схем за таблицею істинності. Побудова комбінаційних ЦП, мультиплексорів, демультиплексорів, шифраторів, дешифраторів, перетворювачів кодів.

Змістовий модуль 2. Проектування та програмування ПЛІС.

Тема 3. Проектування ПЛІС. Побудова, використання FPGA (Field-Programmable Gate Array) – програмованих логічних інтегральних схем (ПЛІС). Мови проектування апаратури VHDL та Verilog, графічний режим.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-22.06- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 13 / 5

Тема 4. Програмування ПЛІС. Основи програмування VHDL та Verilog. Проектування ПЛІС в середовищах Altera Quartus (Intel), Xilinx Vivado. Функціональні можливості сучасних FPGA Intel: Cyclone V FPGA GT, Intel Cyclone 10, Cyclone V SOC з вбудованим процесором ARM Cortex-A9, Xilinx Virtex-6 та інших. Інтерфейси введення/виведення даних в FPGA.

4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	лекції	практичні	самостійна робота	усього	лекції	практичні	самостійна робота
Модуль 1								
Змістовий модуль 1. Цифрова елементна база. Алгебра логіки. Синтез цифрових пристроїв								
Тема 1. Цифрова елементна база. Алгебра логіки. Системи зчислення. Двійкова арифметика. Представлення цифрової інформації фізичними сигналами. Алгебра логіки. Принципи роботи та будова цифрових елементів I, HE, АБО, тригерів, регістрів, лічильників, порогової логічної схеми, запам'ятовуючих пристроїв.		10	8	20		2	2	36
Тема 2. Синтез цифрових пристроїв. Таблиця істинності. Методи мінімізації логічних функцій. Синтез цифрових схем за таблицею істинності. Побудова комбінаційних ЦП, мультиплексорів, демультимплексорів, шифраторів, дешифраторів, перетворювачів кодів.		6	8	20		-	-	34
<i>Разом за змістовий модуль 1</i>	72	16	16	40	76	2	2	70
Змістовий модуль 2. Проектування та програмування ПЛІС								
Тема 3. Проектування ПЛІС. Побудова, використання FPGA (Field-Programmable Gate Array) – програмованих логічних інтегральних схем (ПЛІС). Мови проектування апаратури VHDL та Verilog, графічний режим.		8	8	20		2	4	30

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-22.06-05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.6-1-2024	
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 13 / 6	

Тема 4. Програмування ПЛІС. Основи програмування VHDL та Verilog. Проектування ПЛІС в середовищах Altera Quartus (Intel), Xilinx Vivado. Функціональні можливості сучасних FPGA Intel: Cyclone V FPGA GT, Intel Cyclone 10, Cyclone V SOC з вбудованим процесором ARM Cortex-A9, Xilinx Virtex-6 та інших. Інтерфейси введення/виведення даних в FPGA.								
		8	8	26		-	-	40
Разом за змістовий модуль 2	78	16	16	46	74	2	4	70
ВСЬОГО	150	32	32	86	150	4	6	140

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Моделювання мікропроцесорної системи в середовищі PROTEUS	4	2
2	Дослідження принципів побудови та функціональних можливостей дешифраторів	4	
3	Дослідження принципів побудови та функціональних можливостей мультиплексорів	4	
4	Дослідження принципів побудови та функціональних можливостей тригерів	4	2
5	Синтез логічних схем малої інтеграції в ПЛІС в графічному режимі з використанням САПР Altera QUARTUS II	4	2
6	Синтез логічних схем перетворювача кодів з дешифратором в ПЛІС в графічному режимі з використанням САПР Altera QUARTUS II	4	
7	Дослідження тригерів в ПЛІС в графічному режимі з використанням САПР Altera QUARTUS II	4	
8	Дослідження та синтез лічильників в ПЛІС в графічному режимі з використанням САПР Altera QUARTUS II	4	
РАЗОМ		32	6

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-22.06- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 13 / 7

6. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
Модуль 1			
Змістовий модуль 1. Цифрова елементна база. Алгебра логіки. Синтез цифрових пристроїв			
1	Цифрова елементна база. Алгебра логіки. Усі навчальні елементи: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторного практикуму, оформлення звітів з лабораторних робіт. Опрацювання лекційного матеріалу. Принцип роботи та побудова цифрової елементної бази.	20	36
2	Синтез цифрових пристроїв. Методи мінімізації логічних функцій. Синтез пристроїв. Побудова перетворювачів кодів. Виробництво цифрової елементної бази та пристроїв.	20	34
Змістовий модуль 2. Проектування та програмування ПЛІС			
3	Проектування ПЛІС. Проектування ПЛІС в середовищах Xilinx Vivado. Мова проектування апаратури Verilog.	20	30
4	Програмування ПЛІС. Синтез логічних схем в ПЛІС в графічному режимі з використанням САПР Altera QUARTUS II. Синтез логічних схем в ПЛІС мовою Verilog та VHDL з використанням САПР Altera QUARTUS II.	26	40
РАЗОМ		86	140

7. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання для самостійної роботи студентів не передбачено навчальним планом.

8. Методи навчання

Під час викладання навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання.

- Вербальні методи (лекція, пояснення)
- Наочні методи (спостереження, демонстрація, ілюстрація)
- Практичні методи (проведення дослідів, експериментів, виконання різних видів вправ, практичних завдань, кейсів)
- Дискусійний метод
- Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, вирішення задач, проведення розрахунків, написання есе, підготовка доповідей, написання наукових статей).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-22.06- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 13 / 8

9. Методи контролю

Перевірка досягнення результатів навчання здійснюється з використанням наступних методів.

- Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання
- Перевірка виконання та захист лабораторних (практичних) робіт
- Експрес-тестування
- Залік.

10. Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти

Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни здійснюється відповідно до Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у Державному університеті «Житомирська політехніка» та розподілу балів, що наведений нижче.

Система оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни включає поточний та підсумковий контроль.

Поточний контроль проводиться для оцінювання рівня засвоєння знань, формування умінь і навичок здобувачів вищої освіти впродовж вивчення ними матеріалу модуля (змістових модулів) навчальної дисципліни. Поточний контроль здійснюється під час проведення навчальних занять.

Підсумковий контроль проводиться для підсумкового оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни. Підсумковий контроль здійснюється після завершення вивчення навчальної дисципліни або наприкінці семестру. Підсумковий контроль проводиться у формі заліку. Процедура складання заліку визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

Розподіл балів з навчальної дисципліни

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Виконання завдань поточного контролю	100	100
Підсумкова семестрова оцінка	100	100

Розподіл балів за виконання завдань поточного контролю

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Виконання завдань під час навчальних занять	100	100
Виконання та захист індивідуальних самостійних завдань		
Виконання науково-дослідної роботи та інших видів робіт		

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-22.06- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 13 / 9

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
(додаткові – заохочувальні бали):		
1. Участь у студентських предметних олімпіадах, Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт, грантах, науково-дослідних проектах	20	20
2. Підготовка наукових статей, тез доповідей наукових конференцій	20	20
3. Інші види робіт (отримання сертифікатів за проходження курсів за темами, що стосуються дисципліни)	20	20
Разом за виконання завдань поточного контролю	100	100

Розподіл балів за виконання завдань під час навчальних занять

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Відповіді (виступи) на заняттях	10	
Участь у дискусії		
Виконання тестових завдань	50	50
Виконання та захист практичних завдань, вправ, кейсів		
Виконання та захист лабораторних робіт	40	50
...		
Разом за виконання завдань під час навчальних занять	100	100

З метою застосування цілих чисел для оцінювання результатів роботи здобувачів під час навчальних занять може використовуватися 100-бальна шкала оцінювання щодо кожного окремо виду робіт. Розрахунок загальної кількості балів, які здобувач може набрати за результатами роботи під час навчальних занять протягом семестру, проводиться за формулою:

$$P_{\text{НЗ}} = \sum(P_i \times BK_i) \times K_{\text{НЗ}}, \quad (1)$$

де $P_{\text{НЗ}}$ – загальна кількість балів, набраних здобувачем за виконання завдань під час навчальних занять за семестр;

P_i – кількість набраних здобувачем балів за семестр за виконання i -го виду робіт під час навчальних занять (за 100-бальною шкалою);

BK_i – ваговий коефіцієнт за виконання i -го виду робіт під час навчальних занять. Значення вагових коефіцієнтів розраховуються шляхом ділення кількості балів, яка передбачена за виконання окремого виду робіт під час навчальних занять, на сумарну кількість балів за виконання усіх видів робіт під час навчальних занять за семестр;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-22.06- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 13 / 10

$K_{НЗ}$ – коригувальний коефіцієнт, який визначається шляхом ділення кількості балів, що передбачена за виконання завдань під час навчальних занять за семестр, на 100 балів.

Якщо здобувач вищої освіти набрав за поточний контроль 60 балів або більше, він може погодити дану оцінку в електронному кабінеті і вона стане семестровою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни.

Якщо здобувач вищої освіти під час вивчення навчальної дисципліни набрав 60 балів або більше і бажає покращити свій результат успішності, він проходить процедуру підсумкового контролю у формі заліку. За складання заліку здобувач вищої освіти може набрати 100 балів. Семестрова оцінка з навчальної дисципліни формується за результатами підсумкового контролю.

Здобувач вищої освіти допускається до процедури підсумкового контролю у формі заліку, якщо за виконання завдань поточного контролю набрав 50 балів або більше.

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав 35–49 балів, він отримує право за власною заявою опанувати окремі теми (змістові модулі) навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми¹. Вивчення окремих складових навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, здійснюється у вільний від занять здобувача вищої освіти час.

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав від 0 до 34 балів (включно), він вважається таким, що не виконав вимоги робочої програми навчальної дисципліни та має академічну заборгованість. Здобувач вищої освіти отримує право за власною заявою опанувати навчальну дисципліну у наступному семестрі понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми.

Процедура надання додаткових освітніх послуг здобувачу вищої освіти з метою вивчення навчального матеріалу дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, визначена у Положенні про надання додаткових освітніх послуг здобувачам вищої освіти в Державному університеті «Житомирська політехніка».

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках окремих тем навчальної дисципліни, здійснюється викладачем за зверненням здобувача вищої освіти та представленням документів, які підтверджують результати навчання (сертифікати, свідоцтва, скріншоти тощо). Рішення про визнання та оцінка за відповідну частину

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-22.06- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 13 / 11

освітнього компонента приймається викладачем за результатами співбесіди зі здобувачем вищої освіти.

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках цілого освітнього компонента, здійснюється за процедурою, яка визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

Шкала оцінювання

Шкала ЄКТС	Національна шкала	100-бальна шкала
A	Зараховано	90-100
B	Зараховано	82-89
C		74-81
D	Зараховано	64-73
E		60-63
FX	Не зараховано	35-59
F	Не зараховано	0-34

11. Глосарій

№ з/п	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
1	Логічний елемент	Logic element
2	Базис елементів	Basis elements
3	Мультиплексор	Multiplexer
4	Демультиплексор	Demultiplexer
5	Тригер	Flip-flop
6	Регістри	Registers
7	Лічильники	Counters
8	Таймери	Timers
9	Синхронізація	Synchronization
10	Комбінаторні схеми	Combinational circuits
11	Цифровий сигнал	Digital signal
12	Елемент пам'яті	Memory element
13	Логічні вентиля	Logic gates

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-22.06- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 13 / 12

№ з/п	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
14	АЦП (аналогово-цифровий перетворювач)	ADC (analog-to-digital converter)
15	ЦАП (цифрово-аналоговий перетворювач)	DAC (digital-to-analog converter)
16	Програмовані логічні матриці (ПЛМ)	Programmable logic arrays (PLA)
17	Програмовані вентильні матриці (ПВМ)	Programmable array logic (PAL)
18	ПЛІС (програмовані логічні інтегральні схеми)	PLD (programmable logic device)
19	Постійна пам'ять	ROM (read-only memory)
20	Оперативна пам'ять	RAM (random-access memory)
21	Програмована логічна інтегральна схема	FPGA (field-programmable gate array)
22	Синтез логічних схем	Logic synthesis
23	Емуляція	Emulation
24	Проектування великих інтегральних схем	VLSI design (very-large-scale integration)
25	Технологія комплементарна метал-оксид-напівпровідник	CMOS technology (complementary metal-oxide-semiconductor)

12. Рекомендована література

Основна література

1. Цифрова схемотехніка. Навчальний посібник./ М.Г. Лорія, П.Й. Єлісеєв, О.Б. Целіщев. – Северодонецьк: Вид-во Східноукр. нац. ун-ту імені Володимира Даля, 2016. – 280 с., 112 іл., 9 табл., 30 бібліогр. назв.
2. Мірошник М. А., Клименко Л. А., Корольова Я. Ю. Технології та автоматизація проектування цифрових пристроїв складних комп'ютерних систем на ПЛІС: Навч. посібник. – Харків: УкрДУЗТ, 2021. – 220 с.
3. Основи та методи цифрової обробки сигналів: від теорії до практики: навч. посібник / Ушенко Ю.О., М.С. Гавриляк, М.В. Талах, В.В. Дворжак. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. – 2021. – 308 с.
4. Лахно В.А., Гусєв Б.С., Смолій В.В., Місюра М.Д., Касаткін Д.Ю. Технології проектування комп'ютерних систем (частина 1) - К.: НУБіП України, 2019. – 205 с.
5. Alessio S.M. Digital Signal Processing and Spectral Analysis for Scientists, 1-st Edition - Switzerland: Springer Cham, 2016. – 924p.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-22.06- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 13 / 13

Допоміжна література

1. В.Л. Кофанов Математичні та схемотехнічні основи цифрових пристроїв. – Вінниця: Універсал, 2005. – 402 с.
2. Схемотехніка електронних систем: У 3-х кн.. Кн. 2. Цифрова схемотехніка. Підручник / В.І. Бойко, А.М. Гуржій, В.Я. Жуйко та ін. – 2-ге вид., доповнене та перероблене. – К.: Вища школа, 2004. – 423 с.; іл.
3. Єфремов, Н.В. Введення в систему автоматизованого проектування Quartus II: навч. посібник / Н.В. Єфремов. – К.: Вища школа, 2011. – 147с.
4. Соловйов, В.В. Основи мови проектування цифрової апаратури Verilog / В.В. Соловйов. – К.: Вища школа, 2014. – 206с.

13. Інформаційні ресурси в Інтернеті

Файли дисципліни: <https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=6043>