

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК11- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 1

## ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету  
інформаційно-комп'ютерних  
технологій

31 серпня 2023 р.,

протокол № 5

Голова Вченої ради

Тетяна НІКІТЧУК



## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### «ПРОЕКТУВАННЯ МЕДИЧНИХ СИСТЕМ НА ПЛІС»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 163 «Біомедична інженерія»  
освітньо-професійна програма «Біомедична інженерія»  
факультет інформаційно-комп'ютерних технологій  
кафедра комп'ютерних технологій в медицині та телекомунікаціях

Схвалено на засіданні кафедри  
комп'ютерних технологій в  
медицині та телекомунікаціях

28 серпня 2023 р.,  
протокол № 7

В.о. завідувача кафедри  
Чухов Владислав ЧУХОВ

Гарант освітньо-професійної  
програми  
Коренівська Оксана КОРЕНІВСЬКА

Розробник: ст. викладач кафедри комп'ютерних технологій в медицині та телекомунікаціях КОРНІЮК Артур Вікторович

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- 05.01/163.00.2/М/ОК11- 2023
	Екземпляр № 1	Арк. <u>8</u> / 2

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань: 16 – «Хімічна інженерія та біоінженерія»	Нормативна	
Модулів – 1	Спеціальність: 163 – «Біомедична інженерія»	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 4		1-й	–
Загальна кількість годин - 90		<b>Семестр</b>	
		1-й	–
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 7	Освітній ступінь: «магістр»	<b>Лекції</b>	
		24 год.	–
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		24 год.	–
		<b>Лабораторні</b>	
		–	–
		<b>Самостійна робота</b>	
		42 год.	–
<b>Індивідуальні завдання: –</b>			
Вид контролю: екзамен			

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

для денної форми навчання – 53 % аудиторних занять, 47 % 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- 05.01/163.00.2/М/ОК11- 2023
	Екземпляр № 1	Арк <u>8</u> / 3

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою дисципліни** «Проектування медичних систем на ПЛІС» є вивчення студентами загальних принципів і основ функціонування цифрових систем, побудованих на ПЛІС. Апаратних та програмних засобів які входять до їх складу, передачі, обробки даних, базових інтерфейсів передачі даних які застосовуються в медичній техніці.

**Завданнями вивчення дисципліни** є засвоєння студентами основних параметрів та характеристик програмованої логіки; оцінки можливостей, недоліків та переваг, статичних та динамічних характеристик засобів перетворення та обробки в ПЛІС; засвоєння принципів передачі даних, вивчення інтерфейсів для передачі, засвоєння мови Verilog для опису апаратури (програмування ПЛІС). Засвоєння особливостей застосування ПЛІС в обробці біомедичних сигналів.

Результатом вивчення дисципліни є набуття студентами наступних **компетенцій**.

**Інтегральна компетентність.** Здатність розв'язувати задачі та вирішувати проблеми у біомедичній інженерії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

### **Загальні компетенції**

ЗК-3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

### **Спеціальні (фахові, предметні) компетенції**

СК-1. Здатність вирішувати комплексні проблеми біомедичної інженерії із застосуванням методів математики, природничих та інженерних наук.

СК-3. Здатність аналізувати складні медико-інженерні та біоінженерні проблеми та здійснювати їх формалізацію для знаходження кількісних рішень із застосуванням сучасних математичних методів та інформаційних технологій.

СК-5. Здатність розробляти технічні завдання на створення, а також моделювати, оцінювати, проектувати та конструювати складні біоінженерні та медико-інженерні системи і технології.

СК-7. Здатність працювати в багатопрофільному колективі.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія»

РН-1. Проектувати, конструювати вдосконалювати та застосовувати медико-технічні та біоінженерні вироби, прилади, апарати і системи з дотриманням технічних вимог, а також супроводжувати їх експлуатацію.

РН-2. Аналізувати і вирішувати складні медико-інженерні та біоінженерні проблеми із застосуванням математичних методів та інформаційних технологій.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК11- 2023
	Екземпляр № 1	Арк <u>8</u> / 4

РН-3. Створювати і вдосконалювати засоби, методи та технології біомедичної інженерії для всебічного дослідження і розробки біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення.

РН-4. Розробляти, планувати, виконувати та обґрунтовувати інноваційні проекти біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення з урахуванням інженерних, медичних, правових, економічних, екологічних та соціальних аспектів, здійснювати їх інформаційне та методичне забезпечення.

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### Змістовний модуль 1

1. *Вступ до предмету.* Системи числення. Двійкова логіка. Представлення цифрового сигналу. Поняття рівнів та станів.

2. *Різновиди та будова сучасних ПЛІС.* Архітектура мікросхем програмованої логіки. Поняття та будова FPGA. Поняття та будова CPLD.

#### Змістовний модуль 2

3. *Логічні елементи та їх будова.* Таблиця істинності. Загальні принципи. Особливості роботи.

4. *Проектування послідовної логіки.* Тригери та защіпки. RS-тригери. D-тригери. T-тригери. JK-Тригер.

5. *Кінцеві автомати.* Проектування кінцевих автоматів. Кодування станів. Автомат Мура. Декомпозиція кінцевих автоматів.

#### Змістовний модуль 3

6. *Мови опису апаратури. Основи мови VHDL.* Рівні проектування мікросхем. Структура проекту на мові VHDL. Декларація бібліотек. Інтерфейс об'єкта проекту. Архітектура об'єкта проекту.

7. *Типи даних, літерали.* Базові типи. Підтипи. Атрибути типів. Літерали. Масиви і записи.

8. *Оператори мови VHDL.* Оператори присвоювання. Послідовні оператори. Паралельні оператори. Оператор генерації.

9. *Розробка систем за допомогою мови VHDL.* Опис комбінаційних та послідовних схем. Опис тригерів. Опис регістрів. Опис лічильників.

10. *Опис цифрових автоматів.* Опис цифрових автоматів.

11. *Опис пам'яті з використанням VHDL.* Опис постійних зап'ятовуючих пристроїв на мові VHDL. Опис оперативних запам'ятовуючих пристроїв. Опис двохпортової пам'яті.

12. *Пакети, процедури та функції.* Пакети. Процедури та функції.

#### Змістовний модуль 4

13. *Цифрові перетворення.* Принцип дії АЦП. Теорема Котельнікова-Найквіста. Застосування і класифікація цифрових (чисельних) перетворень. Особливості перетворень в біомедичній інженерії.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК11- 2023
	Екземпляр № 1	Арк. 8 / 5

14. *Інтерфейси обміну даними.* Поняття послідовних та паралельних інтерфейсів. Інтерфейси UART, SPI, RS-485, I2C.

15. *Особливості обробки медичних сигналів.* Особливості цифрової обробки біосигналів.

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

Кредитні модулі	Змістові модулі	Кількість годин			
		Всього	Лекції	Практичні	Самостійна робота
1	2	3	4	5	6
№1	<b>Змістовний модуль 1</b>				
	1. Вступ до предмету	4	1	1	2
	2. Різновиди та будова сучасних ПЛІС	4	1	1	2
	<i>Разом змістовий модуль 1</i>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
№2	<b>Змістовний модуль 2</b>				
	3. Логічні елементи та їх будова.	4	1	1	2
	4. Проектування послідовної логіки	5	1	1	3
	5. Кінцеві автомати	7	2	2	3
	<i>Разом змістовий модуль 2</i>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>8</b>
№3	<b>Змістовний модуль 3</b>				
	6. Мови опису апаратури. Основи мови VHDL	7	2	2	3
	7. Типи даних, літерали	7	2	2	3
	8. Оператори мови VHDL	7	2	2	3
	9. Розробка систем за допомогою мови VHDL	7	2	2	3
	10. Опис цифрових автоматів	7	2	2	3
	11. Опис пам'яті з використанням VHDL	5	1	1	3
	12. Пакети, процедури та функції	4	1	1	2
<i>Разом змістовий модуль 3</i>	<b>44</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	
№4	<b>Змістовний модуль 4</b>				
	13. Цифрові перетворення	7	2	2	3
	14. Інтерфейси обміну даними	7	2	2	3
	15. Особливості обробки медичних сигналів	8	2	2	4
	<i>Разом змістовий модуль 4</i>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>10</b>
	<b>РАЗОМ</b>	<b>90</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>42</b>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК11- 2023
	Екземпляр № 1	Арк. 8 / 6

## 5. Теми практичних занять

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Системи числення. Двійкова логіка.	2
2.	Архітектура мікросхем програмованої логіки.	2
3.	Проектування тригерів та защіпок.	2
4.	Проектування кінцевих автоматів.	2
5.	Основи роботи з системою контролю версій Git	2
6.	Структура проекту на мові VHDL	2
7.	Декларація бібліотек та інтерфейс об'єкта проекту	2
8.	Оператори мови VHDL	2
9.	Опис комбінаційних та послідовних схем	2
10.	Розробка цифрових автоматів	2
11.	Пакети, процедури та функції	2
12.	Інтерфейси обміну даними	2
<b>РАЗОМ</b>		<b>24</b>

## 6. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ до предмету	2
2	Різновиди та будова сучасних ПЛІС	2
3	Логічні елементи та їх будова	2
4	Проектування послідовної логіки	3
5	Кінцеві автомати	3
6	Мови опису апаратури. Основи мови VHDL	3
7	Типи даних, літерали	3
8	Оператори мови VHDL	3
9	Розробка систем за допомогою мови VHDL	3
10	Опис цифрових автоматів	3
11	Опис пам'яті з використанням VHDL	3
12	Пакети, процедури та функції	3
13	Цифрові перетворення	3
14	Інтерфейси обміну даними	3
15	Особливості обробки медичних сигналів	3
<b>Разом</b>		<b>42</b>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК11- 2023
	Екземпляр № 1	Арк. 8 / 7

## 7. Індивідуальні завдання

Навчальним планом не передбачені.

## 8. Методи навчання

Під час навчання використовуються наступні методи: Словесні – лекції, бесіда, самостійна робота з підручниками. Наочні – демонстрація, ілюстрація. Практичні – практичні роботи.

Навчальний процес побудований на сполученні лекційних та практичних занять з самостійною роботою студентів.

Лекційні заняття призначені для теоретичного осмислення та узагальнення складних розділів курсу, що висвітлюється в основному на проблемному рівні.

Практичні заняття призначені для наочної демонстрації практичного використання вивченого матеріалу та отримання навичок розв'язку технічних задач.

Самостійна робота студентів направлена на закріплення вивченого матеріалу та поглиблення знань з проектування медичних систем на ПЛІС.

Форми самостійної роботи студентів: вивчення лекційного матеріалу, робота з літературою, підготовка до практичних занять.

## 9. Схема нарахування балів

Модулі та їх елементи	Форма контролю	Максимальна кількість балів
<b>Змістовий модуль 1.</b>		
Лекції 1	Тестові контрольні запитання	15
Практичні роботи 1	Звіти з практичних робіт	10
<b>Разом за змістовий модуль 1</b>		<b>25</b>
<b>Змістовий модуль 2.</b>		
Лекції 2 – 3	Тестові контрольні запитання	15
Практичні роботи 2 – 3	Звіти з практичних робіт	10
<b>Разом за змістовий модуль 2</b>		<b>25</b>
<b>Змістовий модуль 3.</b>		
Лекції 4 – 9	Тестові контрольні запитання	15
Практичні роботи 4 – 9	Звіти з практичних робіт	10
<b>Разом за змістовий модуль 3</b>		<b>25</b>
<b>Змістовий модуль 4.</b>		
Лекції 10 – 12	Тестові контрольні запитання	15
Практичні роботи 10 – 12	Звіти з практичних робіт	10
<b>Разом за змістовий модуль 4</b>		<b>25</b>
<b>Або екзамен</b>		<b>100</b>
<b>Оцінка по дисципліні</b>		<b>100</b>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК11- 2023
	Екземпляр № 1	Арк. 8 / 8

## 10. Розподіл балів Шкала оцінювання

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

## 11. Рекомендована література

### *Основна література*

1. David Money Harris, Sarah L. Harris: Digital Design and Computer Architecture - Morgan Kaufmann 2013.
2. Roger Woods, John McAllister і Gaye Lightbody: FPGA-Based Implementation of Signal Processing Systems, 2nd Edition - 2017.
3. M. Morris Mano, Michael D. Ciletti : Digital design with an introduction to the verilog hdl vhdl and systemverilog 6th edition, Pearson Education, Inc., - 2017.

### *Допоміжна література*

4. Ronald Sass, Andrew G. Schmidt : Embedded Systems Design with Platform FPGAs: Principles and Practices, Elsevier India – 2011.
5. John G. Webster Medical Instrumentation: Application and Design, 5th Edition – Willey 2020
6. John G. Proakis і Dimitris G. Manolakis Digital Signal Processing: Principles, Algorithms, and Applications – 1996.

### *Допоміжні курси*

1. [https://www.udemy.com/course/verilog-hdl-fundamentals-for-digital-design-and-verification/?utm\\_source=adwords&utm\\_medium=udemyads&utm\\_campaign=LongTail\\_la.EN\\_cc.ROW&utm\\_content=deal4584&utm\\_term=.\\_ag\\_77879423894\\_.\\_ad\\_535397245857\\_.\\_kw\\_.\\_de\\_c\\_.\\_dm\\_.\\_pl\\_.\\_ti\\_dsa-1007766171032\\_.\\_li\\_21109\\_.\\_pd\\_.\\_&matchtype=&gclid=Cj0KCQjw9fqNBhDSARIsAHlcQYQv5QEPJ5ZyNGbjPkuIeCj0IxxQ7thc14UYXo8TK6Q5a59dQYy9D8kaAiKNEALw\\_wcB](https://www.udemy.com/course/verilog-hdl-fundamentals-for-digital-design-and-verification/?utm_source=adwords&utm_medium=udemyads&utm_campaign=LongTail_la.EN_cc.ROW&utm_content=deal4584&utm_term=._ag_77879423894_._ad_535397245857_._kw_._de_c_._dm_._pl_._ti_dsa-1007766171032_._li_21109_._pd_._&matchtype=&gclid=Cj0KCQjw9fqNBhDSARIsAHlcQYQv5QEPJ5ZyNGbjPkuIeCj0IxxQ7thc14UYXo8TK6Q5a59dQYy9D8kaAiKNEALw_wcB)