

| | | |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ВК2.3-2022 |
| | Екземпляр № 1 | Арк 11 / 1 |

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету
комп'ютерно-інтегрованих
технологій, мехатроніки і
робототехніки

31 серпня 2022 р., протокол № 7
Голова Вченої ради

Олексій ГРОМОВИЙ



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «МЕТОДИ РОЗРОБКИ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»
освітньо-професійна програма «Комп'ютеризовані інформаційно-вимірювальні
системи»

факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки

Схвалено на засіданні кафедри
метрології та інформаційно-
вимірювальної техніки
30 серпня 2022 р., протокол № 8

Завідувач кафедри

 Юрій ПОДЧАШИНСЬКИЙ

Гарант ОПП

 Юрій ШАВУРСЬКИЙ

Розробники: к.т.н., доц. кафедри метрології та інформаційно-вимірювальної
техніки ЧЕПЮК Ларіна, асистент кафедри метрології та інформаційно-
вимірювальної техніки ВОРОНОВА Тетяна

Житомир
2022 – 2023 н.р.

| | | |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ВК2.3-2022 |
| | Екземпляр № 1 | Арк 11 / 2 |

1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень | Характеристика навчальної дисципліни | |
|---|--|--|-----------------------|
| | | денна форма навчання | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів 5 | Галузь знань: | <i>Вибіркова</i> | |
| Модулів – 2 | Спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» | Рік підготовки: | |
| Змістових модулів – 2 | | 2022-23-й | 2022-23-й |
| Загальна кількість годин – 150 | | Семестр | |
| | | 4-й | 4-й |
| | | Лекції | |
| Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 год. самостійної роботи студента – 5,375 | Освітній ступінь «бакалавр» | 32 год. | 8 год. |
| | | Практичні | |
| | | – | – |
| | | Лабораторні | |
| | | 32 | 8 |
| | | Самостійна робота | |
| | | 86 год. | 134 год. |
| Вид контролю: | | <ul style="list-style-type: none"> • 2 модульні контрольні роботи; • звіти з лабораторних робіт; • 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 – 11 % аудиторних занять, 89 % самостійної та індивідуальної роботи.

| | | |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ВК2.3-2022 |
| | Екземпляр № 1 | Арк 11 / 3 |

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою дисципліни «Методи розробки цифрових пристроїв управління» є

- вивчення студентами арифметичних, логічних і схемотехнічних основ побудови цифрових пристроїв управління (ЦПУ);
- вивчення студентами принципів аналізу і синтезу цифрових пристроїв управління;
- отримання практичних навичок з розробки, створення і використання цифрових пристроїв управління різного призначення та їх окремих вузлів.

Завданнями вивчення дисципліни є:

- освоїти інформаційні основи цифрових пристроїв управління;
- освоїти арифметичні і логічні основи побудови і роботи цифрових пристроїв управління;
- освоїти сучасні інженерні пакети для створення моделей приладів і систем вимірювань і управління.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»:

K04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

K14. Здатність проектувати засоби інформаційно-вимірювальної техніки та описувати принцип їх роботи.

K23. Здатність розробляти алгоритми функціонування та програмне забезпечення комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних систем.

K24. Здатність управляти інформаційними процесами у комп'ютеризованих вимірювальних системах.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»:

ПР07. Вміти пояснити та описати принципи побудови обчислювальних підсистем і модулів, що використовуються при вирішенні вимірювальних задач.

| | | |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ВК2.3-2022 |
| | Екземпляр № 1 | Арк 11 / 4 |

ПР13. Знати та вміти застосовувати сучасні інформаційні технології для вирішення задач в сфері метрології та інформаційно-вимірювальної техніки.

ПР19. Вміти застосовувати мікропроцесори, мікроконтролери та відповідні програмні засоби у комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних системах.

ПР20. Знати теорію та методи цифрової обробки сигналів, вміти їх застосовувати для аналізу, фільтрації та перетворення вимірювальної інформації.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Арифметичні та логічні основи побудови цифрових пристроїв управління

Тема 1. Представлення числової інформації в ЦПУ. Системи числення (СЧ). Форми і формати зображення чисел в ЦПУ. Поняття про кодування і коди.

Тема 2 Двійкова арифметика. Порозрядні арифметичні операції. Виконання арифметичних операцій у формі з фіксованою комою і у формі з плаваючою комою. Похибки виконання операцій.

Тема 3. Логічні основи ЦПУ. Основні поняття алгебри логіки. Основні закони алгебри логіки.

Тема 4. Функціональні вузли ЦПУ комбінаційного типу. Призначення і класифікація, схемотехніка, приклади використання.

Змістовий модуль 2.

Організація і функціонування цифрових автоматів

Тема 5. Функціональні вузли ЦПУ накопичуючого типу. Схемотехніка і основні характеристики, приклади використання.

Тема 6. Способи подання ЦПУ. Математична модель ЦПУ. Автомати Мілі і Мура, способи подання ЦПУ.

Тема 7. Структурна модель ЦПУ. Етапи структурного синтезу ЦПУ. Синхронізація роботи ЦПУ.

Тема 8. Керуючий і операційний блоки ЦПУ. Структурний синтез ЦПУ. Структура такту операційного пристрою. Методи забезпечення стійкості ЦПУ.

| | | |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ВК2.3-2022 |
| | Екземпляр № 1 | Арк 11 / 5 |

4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

| Змістові модулі і теми | Кількість годин | | | | | | | |
|---|-----------------|--------|-------------|-------------------|--------------|--------|-------------|-------------------|
| | денна форма | | | | заочна форма | | | |
| | усього | лекції | лабораторні | самостійна робота | усього | лекції | лабораторні | самостійна робота |
| Модуль 1 | | | | | | | | |
| Змістовий модуль 1. Арифметичні та логічні основи побудови цифрових автоматів | | | | | | | | |
| Тема 1. Представлення числової інформації в ЦПУ. Системи числення (СЧ). Форми і формати зображення чисел в ЦПУ. Поняття про кодування і коди. | 12 | 4 | | 6 | 12 | 2 | | 10 |
| Тема 2. Двійкова арифметика. Порозрядні арифметичні операції. Виконання арифметичних операцій у формі з фіксованою комою і у формі з плаваючою комою. Похибки виконання операцій. | 13 | 4 | 4 | 7 | 13 | | | 13 |
| Тема 3. Логічні основи ЦПУ. Основні поняття алгебри логіки. Основні закони алгебри логіки. | 20 | 4 | 4 | 11 | 20 | | 4 | 16 |
| Тема 4. Функціональні вузли ЦПУ комбінаційного типу. Призначення і класифікація, схемотехніка, приклади використання. | 20 | 4 | 4 | 13 | 20 | 2 | | 18 |
| <i>Разом за змістовий модуль 1</i> | 65 | 16 | 12 | 37 | 65 | 4 | 4 | 57 |
| Змістовий модуль 2. Організація і функціонування цифрових автоматів | | | | | | | | |
| Тема 5. Функціональні вузли ЦПУ накопичуючого типу. Схемотехніка і основні характеристики, приклади використання. | 20 | 4 | 8 | 8 | 20 | 2 | 4 | 14 |
| Тема 6. Способи подання ЦПУ. Математична модель ЦПУ. Автомати Мілі і Мура, способи подання ЦПУ. | 20 | 4 | 4 | 12 | 20 | | | 20 |
| Тема 7. Структурна модель ЦПУ. Етапи структурного синтезу ЦПУ. Синхронізація роботи ЦПУ. | 20 | 4 | 4 | 12 | 20 | 2 | | 18 |
| Тема 8. Керуючий і операційний блоки ЦПУ. Структурний синтез ЦПУ. Структура такту операційного пристрою. Методи забезпечення стійкості ЦПУ. | 25 | 4 | 4 | 17 | 25 | | | 25 |
| <i>Разом за змістовий модуль 2</i> | 85 | 16 | 20 | 49 | 85 | 4 | 4 | 77 |
| ВСЬОГО | 150 | 32 | 32 | 86 | 150 | 8 | 8 | 134 |

| | | |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ВК2.3-2022 |
| | Екземпляр № 1 | Арк 11 / 6 |

5. Теми лабораторних робіт

| № з/п | Назва теми | Кількість годин | |
|-------|--|-----------------|--------------|
| | | денна форма | заочна форма |
| 1 | Системи числення. Переведення чисел з одної позиційної системи числення і іншу. Двійкова арифметика | 2 | |
| 2 | Форми зображення і кодування чисел в ЦПУ. Прямий, обернений і доповняльний коди чисел. Виконання операцій додавання і віднімання чисел в ЦПУ | 2 | |
| 3 | Виконання операцій множення і ділення чисел в ЦПУ. Похибки виконання операцій множення і ділення | 2 | |
| 4 | Мінімізація логічних функцій. Системи логічних елементів. | 2 | |
| 5 | Синтез комбінаційних схем (КС) на логічних елементах. | 2 | |
| 6 | Синтез комбінаційних схем (КС) на інтегральних мікросхемах дешифраторів та мультиплексорів. | 2 | 4 |
| 7 | Синтез комбінаційних схем (КС) на логічних елементах інтегральних мікросхем малої степені інтеграції | 2 | |
| 8 | Основи побудови і використання функціональних вузлів ЦПУ комбінаційного типу. | 2 | |
| 9 | Основи побудови і використання функціональних вузлів ЦПУ накопичуючого типу. | 2 | |
| 10 | Синтез і дослідження довільної тригерної структури. | 2 | |
| 11 | Проектування та дослідження регістрів | 2 | |
| 12 | Проектування та дослідження перетворювачів кодів на регістрах. | 2 | 4 |
| 13 | Проектування та дослідження лічильників з довільним коефіцієнтом лічби. | 2 | |
| 14 | Проектування та дослідження розподільників імпульсів. | 2 | |
| 15 | Способи завдання алгоритму роботи елементарних ЦПУ. Мінімізація числа станів ЦПУ | 2 | |
| 16 | Побудова функціональної схеми і алгоритму функціонування ЦПУ | 2 | |
| РАЗОМ | | 32 | 8 |

| | | |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ВК2.3-2022 |
| | Екземпляр № 1 | Арк 11 / 7 |

6. Завдання для самостійної роботи

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1 | Діапазон зображення чисел у формі з фіксованою і плаваючою комою | 2 |
| 2 | Виконання операцій додавання і віднімання чисел у формі з плаваючою комою | 2 |
| 3 | Виконання операцій множення і ділення чисел у формі з плаваючою комою | 2 |
| 4 | Похибки виконання основних арифметичних операцій у формах з фіксованою і плаваючою комою | 2 |
| 5 | Основні методи мінімізації логічних функцій | 4 |
| 6 | Мінімізація бульових функцій. Метод Квайна. Метод Квайна-Мак-Класкі. Метод Блейка-Порецького. Метод Нельсона | 4 |
| 7 | Мінімізація систем бульових функцій. | 3 |
| 8 | Електричні схеми базових елементів серій ТТЛ, ЕЗЛ і МОН-логіки | 3 |
| 9 | Проектування нагромаджувального суматора (схема і принцип його роботи) | 4 |
| 10 | Проектування повного однорозрядного суматора (схема і принцип його роботи) | 4 |
| 11 | Проектування багаторозрядного паралельного суматора (схема і принцип його роботи) | 4 |
| 12 | Схема і принцип роботи послідовного (зсувального) регістра | 4 |
| 13 | Схема і принцип роботи двійкового багаторозрядного асинхронного лічильника | 4 |
| 14 | Схема і принцип роботи лічильника з довільним коефіцієнтом лічби з примусовим скидом | 4 |
| 15 | Принципи роботи запам'ятовуючих елементів статичного і динамічного типу | 3 |
| 16 | Принципи побудови і схеми багатокристалльної пам'яті по способу вертикального нарощування | 3 |
| 17 | Побудова арифметико-логічного пристрою для додавання і віднімання чисел з у формі з фіксованою і | 4 |

| | | |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ВК2.3-2022 |
| | Екземпляр № 1 | Арк 11 / 8 |

| | | |
|----|--|----|
| | плаваючою комою | |
| 18 | Основні етапи процедури структурного синтезу ЦПУ | 6 |
| 19 | Способи подання алгоритму функціонування ЦПУ | 6 |
| 20 | Математична модель ЦПУ | 6 |
| 21 | Структурна схема ЦПУ | 6 |
| 22 | Основні етапи проектування ЦПУ | 6 |
| | Разом | 86 |

7. Індивідуальні завдання

Індивідуальні семестрові завдання виконуються у формі розрахунково-графічних робіт.

8. Методи навчання

На лекційних заняттях: розповідь, пояснення, демонстрація, бесіда, дискусія. На лабораторних заняттях: пояснення, розв'язування ситуаційних задач, виконання індивідуального варіанту завдання. Самостійна робота студента: вивчення розділів основної і допоміжної літератури, реферати, повідомлення, науково-пошукові, дослідницькі проекти.

За джерелами знань використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – лабораторна робота, практична робота, вправи. За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний. За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

9. Методи контролю

Контрольні заходи включають поточний та підсумковий модульний контроль в тому числі у вигляді модульних контрольних робіт.

Поточний контроль здійснюється під час проведення лабораторних занять для перевірки рівня підготовки студента до виконання конкретної роботи. Форма проведення поточного контролю: усне опитування, вирішення ситуаційних задач, тестовий контроль, виконання лабораторної роботи. Оцінюється вхідний, проміжний, кінцевий рівень знань студента.

| | | |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ВК2.3-2022 |
| | Екземпляр № 1 | Арк 11 / 9 |

10. Розподіл балів

| | | | |
|---|----|----|----|
| Поточне тестування та самостійна робота | | | |
| Змістовий модуль №1 | | | |
| T1 | T2 | T3 | T4 |
| 15 | 10 | 10 | 15 |

| | | | | |
|---|----|----|----|------|
| Поточне тестування та самостійна робота | | | | Сума |
| Змістовий модуль №2 | | | | |
| T5 | T6 | T7 | T8 | 100 |
| 10 | 10 | 15 | 15 | |

Шкала оцінювання

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

11. Рекомендована література

Основна література

1. Є.З. Маланчук. Моделювання та аналіз цифрових схем. Підручник / Є.З. Маланчук, В.В. Макаренко, В.М. Співак, Г. Г. Власюк, А.В. Рудик. – Рівне: НУВГП, 2018. – 463 с.
2. Тарарака В.Д. Прикладна теорія цифрових автоматів: навчальний посібник. – Житомир: ЖДТУ, 2019. – 183 с.
3. Цифрова схемотехніка. Моделювання та аналіз. Видання друге, виправлене та доповнене. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 171 "Електроніка" / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В.В.

| | | |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ВК2.3-2022 |
| | Екземпляр № 1 | Арк 11 / 10 |

Макаренко, В.М. Співак. – Електронні текстові дані (1 файл: 16,3 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 490 с.

4. Цифрові інформаційні системи [Електронний ресурс] : конспект лекцій для студентів спеціальності 171 «Електроніка», спеціалізації «Електронні компоненти і системи» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. К. С. Осипенко. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,48 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 87 с. – Назва з екрана.

5. Спінул, Л. Ю. Основи цифрової електроніки. Курс лекцій [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціальності «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» / Л. Ю. Спінул, В. А. Святненко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,51 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 118 с. – Назва з екрана.

Допоміжна література

1. David Money Harris, Sarah L. Harris Digital Design and Computer Architecture ARM Edition Book 2016, 711 p.

2. Жабін В.І. та ін. Прикладна теорія цифрових автоматів. – К.: НАУ, 2007. – 364 с.

3. Кравець В.О., Сокол Є.І., Рисований О.М. Комп'ютерна схемотехніка. Підручник. – Х.: НТУ «ХПІ», 2007. – 480 с.

4. Бабич М.П., Жуков І.А. Комп'ютерна схемотехніка. – К.: МК-Прес, 2004. – 412 с.

5. Пасічник В.В. Лупенко С.А., Тиш Є.В. Комп'ютерна логіка. Навчальний посібник. Київ: Computing, 2021, 354 с.

6. Чегронець В.М., Руденко Н.В. Комп'ютер та комп'ютерна арифметика. – К.: Державний Університет Телекомунікацій, Навчально-науковий Інститут Телекомунікацій та Інформатизації, 2016. – 120 с.

7. Мікропроцесори та цифрова електроніка [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою 141 - "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка", спеціалізації «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» / К. К. Победаш, В. А. Святненко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,2 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 121 с. – Назва з екрана.

| | | |
|----------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ВК2.3-2022 |
| | Екземпляр № 1 | Арк 11 / 11 |

8. Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Цифрові інформаційні системи» для студентів спеціальності 171 Електроніка, спеціалізації Електронні системи / Уклад.: Осипенко К.С. – К.: КПІ, 2016. – 118 с.

12. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Матеріали з дисципліни «Методи розробки цифрових пристроїв управління» кафедри метрології та інформаційно-вимірювальної техніки на освітньому порталі «Навчальні ресурси Державного університету «Житомирська політехніка»»: <http://learn.ztu.edu.ua>.