

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Факультет комп'ютерних наук

Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій



**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Перший проректор  
Іщенко Н.М.

20 17 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ТЕОРІЯ ЦИФРОВИХ АВТОМАТІВ**

Спеціальність: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Розробник

Сідєлєв М.І.

Завідувач кафедри розробника

Трунов О.М.

Завідувач кафедри спеціальності

Трунов О.М.

Гарант освітньої програми

Трунов О.М.

В.о. декана факультету

Бойко А.П.

Директор ННІПО

Норд Г.Л.

Начальник НМВ

Потай І.Ю.

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Характеристика дисципліни	
Найменування дисципліни	Теорія цифрових автоматів	
Галузь знань	15 - Автоматизація та приладобудування	
Спеціальність	151- Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	
Спеціалізація (якщо є)		
Освітня програма		
Рівень вищої освіти	Магістр	
Статус дисципліни	Вибіркова	
Курс навчання	5 курс	
Навчальний рік	2017-2018	
Номер семестрів:	Денна форма	Заочна форма
	10	
Загальна кількість кредитів ЄКТС/годин	3 кредити / 90 годин	
Структура курсу: – лекції – семінарські заняття (практичні, лабораторні, ів групові) – годин самостійної роботи студентів	Денна форма	Заочна форма
	14	
	14	
	62	
Відсоток аудиторного навантаження	33%	
Мова викладання	Українська	
Форма проміжного контролю (якщо є)		
Форма підсумкового контролю	Іспит	

## 2. Мета, завдання та результати вивчення дисципліни

**Метою вивчення дисципліни** “Теорія цифрових автоматів” є теоретична підготовка напряму підготовки 15 «Автоматизація та приладобудування», що включає в себе вивчення студентами арифметичних, логічних і схемотехнічних основ побудови цифрових пристроїв обробки інформації та принципів їх аналізу і синтезу, а також отримання практичних навичок з розробки, створення і використання цифрових автоматів (ЦА) різного призначення та їх окремих вузлів.

**Завданням вивчення дисципліни** “Теорія цифрових автоматів” є навчити студентів застосовувати основні положення теорії ЦА при проектуванні сучасних комп'ютеризованих системах управління та автоматики.

*В результаті вивчення дисципліни студенти повинні знати:* роль і місце цифрової обчислювальної техніки в комп'ютеризованих системах управління і автоматики; інформаційні основи цифрових пристроїв, визначення терміну “цифровий автомат”; арифметичні і логічні основи побудови і роботи ЦА; основні тенденції розвитку цифрових пристроїв на сучасному етапі розвитку цифрової елементної бази; системотехнічні засади побудови ЦА; принципи контролю роботи ЦА; способи задання алгоритмів функціонування ЦА; принципи побудови і алгоритми роботи операційних і управляючих блоків ЦА; основи структурного синтезу ЦА з жорсткою логікою і мікропрограмним управлінням.

*У відповідності з Освітньо-Науковою Програмою* робоча програма формує наступні загальні та фахові компетентності:

ЗК5 - здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

ФК2 - спеціальні знання з проектування та впровадження високонадійних систем автоматизації та їх прикладного програмного забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації на основі сучасних положень теорії надійності, функціональної безпеки програмних та технічних засобів, аналізу та зменшення ризиків в складних системах

ФК4 - здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем керування складними технологічними і організаційно-технічними об'єктами.

### 3. Програма навчальної дисципліни

№ з/п	Теми	Лекції		Групові		Самостійна робота	
		денна	заочна	денна	заочна	денна	заочна
1	Теоретичні основи цифрових автоматів (ЦА)	2		2		8	
2	Закони алгебри-логіки	2		2		8	
3	Методи проектування комбінаційних схем	2		2		8	
4	Шифратори та дешифратори	2		2		8	
5	Мультиплектори та демюльтиплектори	2		2		8	
6	Тригерні елементи ЦА	2		2		8	
7	Автомати Мілі і Мура	2		2		8	
	<b>Всього за курсом</b>	<b>14</b>		<b>14</b>		<b>62</b>	

## 4. Зміст навчальної дисципліни

### 4.1. План лекцій для денного відділення

№	Тема заняття / план
1	<b>Тема 1. Теоретичні основи цифрових автоматів (ЦА)</b> 1.1. Мета і завдання дисципліни 1.2. Коротка історія розвитку ЦА 1.3. Інформаційні основи цифрових автоматів 1.4. Основні поняття алгебри логіки
2	<b>Тема 2. Закони алгебри-логіки</b> 2.1. Основні закони алгебри логіки 2.2. Способи реалізації логічних (бульових) функцій на логічних елементах різних серій 2.3. Технічні характеристики схем
3	<b>Тема 3. Методи проектування комбінаційних схем</b> 3.1. Формулювання завдання 3.2. Побудова таблиці істинності 3.3. Складання функціонального рівняння 3.4. Спрощення функціонального рівняння 3.5. Побудова схем за функціональним рівнянням 3.6. Перевірка правильності перетворень 3.7. Приведення схеми до єдиного базису
4	<b>Тема 4. Шифратори та дешифратори</b> 4.1. Призначення шифраторів 4.2. Складання функціонального рівняння 4.3. Побудова схеми 4.4. Моделювання в системі Simulink 4.5. Призначення дешифраторів 4.6. Складання функціонального рівняння 4.7. Побудова схеми 4.8. Моделювання в системі Simulink
5	<b>Тема 5. Мультиплектори та демюльтиплектори</b> 5.1. Призначення мультиплекторів та демюльтиплекторів 5.2. Складання функціонального рівняння мультиплекторів та демюльтиплекторів 5.3. Побудова схеми та моделювання в системі Simulink
6	<b>Тема 6. Тригерні елементи ЦА</b> 6.1. Таблиця істинності, рівняння роботи, схеми і діаграми роботи асинхронних і синхронних R-S-тригерів 6.2. Таблиця істинності, рівняння роботи, схеми і діаграми роботи асинхронних і синхронних T-тригерів 6.3. Таблиця істинності, рівняння роботи, схеми і діаграми роботи асинхронних і синхронних D-тригерів 6.4. Таблиця істинності, рівняння роботи, схеми і діаграми роботи асинхронних і синхронних універсальних J-K-тригерів 6.5. Побудова на їх основі лічильників, регістрів. Схемотехніка і основні характеристики лічильників і регістрів, приклади їх використання
7	<b>Тема 7. Автомати Мілі і Мура</b> 7.1. Математична модель ЦА 7.2. Автомати Мілі і Мура, способи подання ЦА 7.3. Структурна модель ЦА 7.4. Етапи структурного синтезу ЦА 7.5. Синхронізація роботи ЦА

## 4.2. План групових занять для денного відділення

№	Тема заняття
1	<p>Двійкова арифметика.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Інформаційні основи цифрових автоматів</li> <li>– Основні поняття алгебри логіки</li> <li>– Двійкова арифметика</li> <li>– Таблиці істинності двійкових операцій</li> <li>– Електронна реалізація операцій</li> </ul>
2	<p>Основні закони алгебри логіки.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Способи реалізації логічних (бульових) функцій на логічних елементах різних серій</li> <li>– Технічні характеристики схем</li> <li>– Перетворення операцій з метою спрощення функціонального рівняння</li> <li>– Перетворення операцій з метою перетворення схеми до єдиного базису</li> </ul>
3	<p>Проектування комбінаційних схем.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Формулювання завдання</li> <li>– Побудова таблиці істинності</li> <li>– Складання функціонального рівняння</li> <li>– Спрощення функціонального рівняння</li> <li>– Побудова схем за функціональним рівнянням</li> <li>– Перевірка правильності перетворень</li> <li>– Приведення схеми до єдиного базису</li> </ul>
4	<p>Шифратори та дешифратори. Моделювання в системі Simulink</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Призначення шифраторів</li> <li>– Складання функціонального рівняння</li> <li>– Побудова схеми шифраторів</li> <li>– Моделювання в системі Simulink</li> <li>– Призначення дешифраторів</li> <li>– Складання функціонального рівняння</li> <li>– Побудова схеми дешифраторів</li> <li>– Моделювання в системі Simulink</li> </ul>
5	<p>Мультиплексори та демюльтиплексори. Моделювання в системі Simulink</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Призначення мультиплексорів</li> <li>– Складання функціонального рівняння</li> <li>– Побудова схеми мультиплексорів</li> <li>– Моделювання в системі Simulink</li> <li>– Призначення демюльтиплексорів</li> <li>– Складання функціонального рівняння</li> <li>– Побудова схеми демюльтиплексорів</li> </ul>
6	<p>Тригерні елементи та схеми, побудовані на їх основі</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Таблиця істинності, рівняння роботи, схеми і діаграми роботи асинхронних і синхронних R-S-тригерів</li> <li>– Таблиця істинності, рівняння роботи, схеми і діаграми роботи асинхронних і синхронних T-тригерів</li> <li>– Таблиця істинності, рівняння роботи, схеми і діаграми роботи асинхронних і синхронних D-тригерів</li> <li>– Таблиця істинності, рівняння роботи, схеми і діаграми роботи асинхронних і синхронних універсальних J-K-тригерів</li> <li>– Побудова на їх основі лічильників, регістрів. Схемотехніка і основні характеристики лічильників і регістрів, приклади їх використання</li> <li>– Моделювання в системі Simulink усіх видів тригерів</li> </ul>
7	<p>Способи подання цифрових автоматів (ЦА)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Математична модель ЦА</li> <li>– Автомати Мілі і Мура, способи подання ЦА</li> <li>– Структурна модель ЦА</li> <li>– Етапи структурного синтезу ЦА</li> <li>– Синхронізація роботи ЦА</li> <li>– Моделювання в системі Simulink</li> </ul>

### **4.3. Завдання для самостійної роботи**

1. Системи числення.
2. Арифметичні операції в двійково-кодованих системах числення.
3. Булева алгебра.
4. Закони алгебри логіки.
5. Функції та структура комбінаційної схеми (КС).
6. Постановка та методи рішення задач аналізу та синтезу КС.
7. Канонічний метод синтезу комбінаційних схем.
8. Критерії якості технічної реалізації КС (складність, швидкодія, надійність та інші).
9. Поняття системи та комплексу логічних елементів (ЛЕ), основні характеристики комплексів ЛЕ.
10. Синтез КС на логічних елементах малого ступеня інтеграції з врахуванням коефіцієнтів об'єднання по входу та коефіцієнта розгалуження по виходу.
11. Методи аналізу КС.
12. Аналіз КС методом асинхронного моделювання.
13. Аналіз КС методом синхронного моделювання.
14. Аналіз КС методом п-алгоритму.
15. Основні поняття та визначення теорії абстрактних автоматів.
16. Автомати Мілі та Мура. Еквівалентні автомати.
17. Способи опису та завдання автоматів.
18. Мінімізація кількості внутрішніх станів автомата.
19. Структура цифрового автомата.
20. Задачі структурного синтезу цифрового автомата (ЦА).
21. Канонічний метод структурного синтезу ЦА.
22. Елементарні автомати та їх властивості.
23. RS, D, JK, T-тригери, їх властивості, таблиці переходів.
24. Структурний синтез цифрових автоматів на базі тригерів.
25. Абстрактний синтез керуючих автоматів.
26. Абстрактний синтез мікропрограмного автомату Мілі.
27. Абстрактний синтез мікропрограмного автомату Мура.

### **4.4. Забезпечення освітнього процесу**

Заняття проводяться в комп'ютерних класах із встановленим програмним забезпеченням (MATLAB)

## 5. Підсумковий контроль

Курс «Теорія цифрових автоматів» завершується іспитом. Бали протягом семестру студенти отримують за відвідування занять, написання конспекту лекцій та виконанні практичних завдань.

### Контрольні питання до іспиту:

1. Системи числення. Переведення чисел із однієї до іншої системи числення
2. Двійкова та шістнадцяткова системи числення. Переведення чисел із двійкової до шістнадцяткової системи числення та навпаки
3. Операції над двійковими числами: додавання, віднімання, зворотний та додатковий коди
4. Логічні функції над двійковими числами, таблиці істинності та графічні позначення
5. Дослідження булевих функцій двох змінних
6. Налаштування моделі комбінаційної схеми в Matlab/Simulink
7. Еквівалентні перетворення логічних функцій
8. Закони алгебри логіки
9. Закони алгебри логіки. Закон ідемпотентності (тавтології)
10. Закони алгебри логіки. Закон комутативності
11. Закони алгебри логіки. Закон асоціативності
12. Закони алгебри логіки. Закон дистрибутивності
13. Закони алгебри логіки. Закон нуля і одиниці
14. Закони алгебри логіки. Закон поглинання
15. Закони алгебри логіки. Закон Деморгана
16. Закони алгебри логіки. Закон склеювання
17. Дискретні автомати. Дискретні сигнали. Постановка задач синтеза та аналіза комбінаційних схем.
18. Табличний спосіб задання логічних функцій
19. Аналітичний спосіб задання логічних функцій
20. Етапи складання функціональної схеми логічного пристрою

21. Синтез схем у найпростішому базисі I, АБО, НЕ.
22. Складання таблиці істинності логічного пристрою
23. Складання логічного рівняння функціонування цифрового пристрою
24. Мінімізація логічних рівнянь
25. Перетворення логічного рівняння в базис I-НЕ
26. Перетворення логічного рівняння в базис АБО-НЕ
27. Складання функціональної схеми логічного пристрою за аналітичним рівнянням
28. Часові діаграми роботи логічного пристрою
29. Синтез дешифраторів
30. Синтез шифраторів
31. Синтезувати дешифратор, який перетворює 3-х розрядний двійковий код в код “біжуча одиниця”
32. Синтезувати дешифратор, який перетворює 3-х розрядний двійковий код в код “біжучий нуль”.
33. Записати логічне рівняння дешифратора, на виходах якого буде “лог. 1” тільки при заданих вхідних адресах.
34. Синтез мультиплексорів
35. Синтез демультиплексорів
36. Класифікація суматорів
37. Синтез суматорів
38. Синтез двійкового чвертьсуматора
39. Синтез двійкового напівсуматора
40. Синтез повного двійкового суматора
41. Тригери. Типи тригерів
42. Асинхронний RS – тригер з прямими входами
43. Асинхронний RS-тригер с інверсними входами
44. Синхронний RS-тригер
45. Асинхронний T-тригер
46. Синхронний T - тригер



- 47.D – тригери (тригери затримки)
- 48. Синхронний D-тригер з асинхронними входами R і S
- 49. JK – тригер
- 50. Способи використання JK – тригера
- 51. Регістри
- 52. Регістри зберігання
- 53. Регістри зсуву
- 54. Лічильники
- 55. Реверсивні лічильники
- 56. Лічильники з послідовним переносом
- 57. Лічильники з паралельним переносом
- 58. Синтез цифрових автоматів з пам'яттю
- 59. Автомат Мілі
- 60. Автомат Мура

Приклад іспитового білету:

**Чорноморський національний університет імені Петра Могили**

(повне найменування вищого навчального закладу)

Освітньо-кваліфікаційний рівень: **магістр**

Напрямок підготовки: **15 «Автоматизація та приладобудування»**

Спеціальність: **151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»** Семестр: **10**  
(назва)

Навчальна дисципліна **«Теорія цифрових автоматів»**

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 0**

1. Налаштування моделі комбінаційної схеми в Matlab/Simulink.
2. Синтез суматорів.
3. Складіть функціональне рівняння із 4 незалежних стану, у котрому логічна одиниця з'явиться на 0, або 3, або 7 рядку таблиці істиності.

Затверджено на засіданні

кафедри, циклової комісії «Автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій»

Протокол № 2 від 12 жовтня 2017 року

Завідувач кафедри, голова циклової комісії \_\_\_\_\_

(підпис)

Екзаменатор \_\_\_\_\_

(підпис)

**Трунов О.М.**

(прізвище та ініціали)

**Сіделєв М.І.**

(прізвище та ініціали)

## 6. Критерії оцінювання та засоби діагностики результатів навчання

№	Вид діяльності (завдання)	Максимальна кількість балів
1	Контрольні питання під час занять:	
	<b>Практичне заняття 1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Мета і завдання дисципліни</li> <li>– Коротка історія розвитку ЦА</li> <li>– Інформаційні основи цифрових автоматів</li> <li>– Основні поняття алгебри логіки</li> <li>– Двійкова арифметика, таблиці істинності двійкових операцій, електронна реалізація операцій</li> </ul>	7
	<b>Практичне заняття 2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Основні закони алгебри логіки</li> <li>– Способи реалізації логічних (бульових) функцій на логічних елементах різних серій</li> <li>– Технічні характеристики схем</li> <li>– Перетворення операцій з метою спрощення функціонального рівняння або до перетворення схеми до єдиного базису</li> </ul>	7
	<b>Практичне заняття 3</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Формулювання завдання</li> <li>– Побудова таблиці істинності</li> <li>– Складання функціонального рівняння</li> <li>– Спрощення функціонального рівняння</li> <li>– Побудова схем за функціональним рівнянням</li> <li>– Перевірка правильності перетворень</li> <li>– Приведення схеми до єдиного базису</li> <li>– Формулювання завдання, побудова таблиці істинності, функціональне рівняння, спрощення, побудова схем, перевірка правильності перетворень, приведення до єдиного базису.</li> </ul>	7
	<b>Практичне заняття 4</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Призначення шифраторів</li> <li>– Складання функціонального рівняння</li> <li>– Побудова схеми шифраторів</li> <li>– Моделювання в системі Simulink</li> <li>– Призначення дешифраторів</li> <li>– Складання функціонального рівняння</li> <li>– Побудова схеми дешифраторів</li> <li>– Моделювання в системі Simulink</li> </ul>	7
	<b>Практичне заняття 5</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Призначення мультиплексорів</li> <li>– Складання функціонального рівняння</li> <li>– Побудова схеми мультиплексорів</li> <li>– Моделювання в системі Simulink</li> <li>– Призначення демультимплексорів</li> <li>– Складання функціонального рівняння</li> <li>– Побудова схеми демультимплексорів</li> </ul>	7
	<b>Практичне заняття 6</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Таблиця істинності, рівняння роботи, схеми і діаграми роботи асинхронних і синхронних R-S-тригерів</li> <li>– Таблиця істинності, рівняння роботи, схеми і діаграми роботи асинхронних і синхронних T-тригерів</li> </ul>	7

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Таблиця істинності, рівняння роботи, схеми і діаграми роботи асинхронних і синхронних D-тригерів</li> <li>– Таблиця істинності, рівняння роботи, схеми і діаграми роботи асинхронних і синхронних універсальних J-K-тригерів</li> <li>– Побудова на їх основі лічильників, регістрів. Схемотехніка і основні характеристики лічильників і регістрів, приклади їх використання</li> <li>– Моделювання в системі Simulink усіх видів тригерів</li> </ul>	
	<b>Практичне заняття 7</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Математична модель ЦА</li> <li>– Автомати Мілі і Мура, способи подання ЦА</li> <li>– Структурна модель ЦА</li> <li>– Етапи структурного синтезу ЦА</li> <li>– Синхронізація роботи ЦА</li> <li>– Моделювання в системі Simulink</li> </ul>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Науково-практичне завдання: Дослідження апаратів з пам'яттю на основі автоматів Мілі і Мура</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Іспит</b>	<b>40</b>
	<b>Всього</b>	<b>100</b>

Критерії оцінювання завдань для досягнення максимальної кількості балів

7 балів студент отримує у випадку повної відповіді на запитання з застосуванням творчого підходу;

5 бали студент отримує за повну відповідь;

3 бали студент отримує, якщо у відповіді є незначні недоліки;

2 бали студент отримує, якщо відповідь містить 50% знань;

1 бал студент отримує, якщо відповідь містить 25% знань;

0 балів студент отримує, якщо відповідь містить 0% знань.

Студент виконує науково-практичне завдання (НПЗ) за темою, яку він сам обирає, але за узгодженням з викладачем. Обсяг звіту НПЗ 10-15 сторінок. За НПЗ студент отримує 11 балів.

Критерії оцінки виконання науково-практичного завдання у 10 семестрі:

Показник	Максимальна кількість балів
Адекватність формалізації умов задачі	2
Обґрунтованість вибору методу (моделі, алгоритму) рішення	2
Побудовання алгоритму програми, представлення блок-схеми алгоритму за існуючими стандартами	2
Написання і відлагодження програми мовою MATLAB, отримання результатів, представлення скріншотів програми и отриманих результатів	2

Повнота аналізу отриманих результатів (висновки)	2
Звіт оформлений (форматований) якісно за існуючими стандартами на факультеті	1
Разом	11

Проведення підсумкового контролю знань. Результатом вивчення дисципліни виступає диференційований іспит. На диференційований іспит відповідно відводиться максимальна кількість балів - 40 балів.

Іспитовий білет містить 3 завдання: 2 теоретичних питання і 1 практичне завдання. За кожне теоретичне питання студент отримує по 10 балів, а за практичне завдання – 20 балів.

Оцінка «відмінно» виставляється студентові, котрий всебічно, безпомилково, ґрунтовно і в логічній послідовності відповідає на поставлені запитання, вільно виконує практичне завдання, знає основні та додаткові наукові джерела.

Оцінка «добре» виставляється студентові, котрий виявив повне знання з поставлених питань та володіє методами виконання практичних завдань, але пропускається логічної непослідовності або виявляє недостатньо глибоке знання навчального матеріалу, знає основні та додаткові джерела.

Оцінку «задовільно» отримує студент, котрий виявив знання суттєвих елементів навчального матеріалу і виконує практичні завдання з незначними помилками, але має необхідні знання, щоб виправити їх за допомогою викладача, має уявлення про зміст основних та додаткових науково-методичних джерел.

Оцінка «незадовільно» виставляється студентові, котрий не володіє знаннями суттєвих елементів навчального матеріалу, припускається глибоких помилок під час виконання практичних завдань і не має достатньої підготовки для їх виправлення за допомогою викладача.

## 7. Рекомендовані джерела інформації

### 7.1. Основні:

1. «Цифрові інформаційні системи»: конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 171 «Електроніка», спеціалізації «Електронні компоненти і системи» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: К. С. Осипенко. – Електронні текстові дані (1 файл: 80,2 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 87 с
2. Баранов С.И. Синтез микропрограммных автоматов. – Л.: Энергия, 1979. – 232 с.

3. Дичка І.А. Комп'ютерна логіка. Прикладна теорія цифрових автоматів: комп'ютерний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення», спеціалізації «Програмне забезпечення комп'ютерних та інформаційно-пошукових систем» / І. А. Дичка, В. П. Легеза, М. В. Онаї ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,77 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 88 с. – Назва з екрана.
4. Жабін В.І. та ін. Прикладна теорія цифрових автоматів. – К.: НАУ, 2007. - 364 с.
5. Самофалов К.Г., Романкевич А.М.и др. Прикладная теория цифровых автоматов. - К.: Вища шк., 1987. - 224 с.
6. Сопільник О.В. Прикладна теорія цифрових автоматів. Логічні основи. – К.: НМК ВО, 1993. -140 с.
7. Тарарака В.Д. Прикладна теорія цифрових автоматів: навчальний посібник. – Житомир: ЖДТУ, 2019. – 183с.

## **7.2. Додаткові:**

1. Бабич М.П., Жуков І.А. Комп'ютерна схемотехніка. – К.: МК-Прес, 2004. – 412 с.
2. Гавриленко С. Ю. Теорія цифрових автоматів та формальних мов. Вступний курс : навч. посібник /, Клименко А. М., Любченко Н.Ю. та ін. – Харків : НТУ "ХП", 2011. – 176 с.
3. Корнейчук В.И., Тарасенко И.П. Вычислительные устройства на микросхемах: Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. - Киев: Техника, 1988. - 351 с.
4. Коштоев В.В., Кипиани К.К. Основы прикладной теории цифровых автоматов. – Тбилиси, 1998. – 155 с.