

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ «КПІ»

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ

Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

з дисципліни

“Паралельні та розподілені обчислення”

**ТЕМА: «Засоби взаємодії паралельних потоків
операційної системи Linux»**

Підготував: доц. Марченко О.І.

Київ – 2009-2018

Постановка завдання та вимоги до виконання програми

1. Написати програму, яка реалізує роботу паралельних потоків згідно заданої за варіантом схеми. Особливості реалізації синхронізації паралельних потоків та взаємного виключення потоків при доступі до спільних ресурсів задані за варіантами у таблицях 1 та 2.
2. При написанні програми виконати повне трасування роботи програми за допомогою операторів друку, тобто розставити в програмі оператори друку таким чином, щоб можна було прослідкувати всі варіанти виконання паралельних потоків і впевнитись у коректності роботи програми. Протокол трасування рекомендується записувати у файл (log-файл).
3. Запуск усіх потоків повинен бути виконаний у головній програмі.
4. Кожен потік повинен бути організованим у вигляді нескінченного циклу.
5. Всі дії задані за варіантами, що вказані у таблиці, повинні бути виконані всередині цього нескінченного циклу.
6. Взаємне розташування операторів синхронізації та доступу до спільного ресурсу, якщо вони знаходяться у одному потоці, є довільним.
7. Оскільки синхронізація за допомогою семафорів SCR21, SCR22 згідно завдання розташована всередині нескінченних циклів, то відразу після виконання синхронізації ці семафори повинні бути знову встановлені у початковий закритий стан.
8. Закінчення програми можна виконати двома способами:
 - примусовим перериванням за допомогою натиснення комбінації клавіш Ctrl+C;
 - оператором break при виконанні умови, яка стає істинною, коли буфер спільного ресурсу повністю заповнюється і повністю звільняється мінімум по два рази.
9. Якщо при реалізації паралельних потоків була використана функція usleep(), то передбачити режим запуску програми з «відключеними» функціями usleep().
10. Виконати налагодження написаної програми.

Зміст звіту

1. Загальна постановка завдання.
2. Завдання конкретного варіанту.
3. Схема паралельних потоків свого варіанту.
4. Текст програми.
5. Декілька протоколів роботи програми, які демонструють різні випадки роботи паралельних потоків.

Контрольні питання

Знати принципи організації і засоби комунікації та синхронізації паралельних потоків із загальнотеоретичної точки зору, а також реалізацію цих засобів у операційній системі Linux.

Пояснення до таблиці з варіантами завдань

1. Потоки P1–P6 повинні бути організовані у вигляді нескінченних циклів, в тілі яких повинні бути реалізовані всі дії, які задані за варіантами завдань.
2. **CR1** – перший спільний ресурс (common resource) у вигляді буфера для обміну даними між потоками-постачальниками і потоками-споживачами P1–P6. Спосіб реалізації буфера та спосіб взаємного виключення потоків P1–P6 при доступі до CR1 визначається у таблиці 1 за варіантами.
Вид доступу до спільного ресурсу CR1 (запис чи читання) визначається, відповідно, типом кожного з потоків P1–P6 (постачальник чи споживач) і показаний на схемі за варіантом стрілочками.
Спосіб реалізації як семафора SCR1, так і м'ютекса MCR1 (блокуючий чи неблокуючий) вказані у таблиці завдань за варіантами.
3. У колонках «Засоби синхронізації паралельних потоків» таблиці варіантів завдань вказане завдання з синхронізації потоків. Для синхронізації потоків, в залежності задачі синхронізації, яка вирішується (повна чи неповна) за варіантом, повинні бути використані

або два двійкових семафори (SCR21 та SCR22) чи дві сигнальні (умовні) змінні (Sig21 та Sig22) чи бар'єр (BCR2) для задачі повної синхронізації, або один двійковий семафор SCR1 чи одна сигнальна (умовна) змінна Sig21 для задачі неповної синхронізації. Крім того, для кожного із семафорів SCR1 та SCR2 у таблиці вказаний спосіб його реалізації (блокуючий чи неблокуючий).

4. ДСД – Динамічна Структура Даних.

Варіанти завдань

Таблиця 1

№ варіанту	№ схеми	Спільний ресурс 1 CR1 (буфер обміну даними)		Спільний ресурс 2 CR2	Засоби синхронізації паралельних потоків				
					Семафори та бар'єр для повної або неповної синхронізації потоків			Сигнальні (умовні) змінні синхронізації потоків	
		Структура даних, що використовується у якості спільного ресурсу 1 (CR1)	Засоби взаємного виключення при доступі до спільного ресурсу 1 SCR1 + MCR1 або Sig1+Sig2+MCR1	Атомарні дані (взяті по 2 змінних кожного з типів: <i>int, unsigned, long, long unsigned</i>) та операції (таблиця 2)	Вид двійкового семафору SCR21	Вид двійкового семафору SCR22	Бар'єр BCR2	Вид сигналу сигнальної (умовної) змінної Sig21	Вид сигналу сигнальної (умовної) змінної Sig22
1	5	Черга (ДСД)	Дві сигнальні (умовні) змінні Sig1 та Sig2 і блокуючий м'ютекс MCR1	1, 7, 3, 4, 11, 12, 13, 14	Блокуючий	—	—	Багато-значний	Одиничний
2	6	Стек (ДСД)	Блокуючий багатозначний семафор SCR1 та неблокуючий м'ютекс MCR1	1, 8, 3, 5, 10, 12, 13, 14	Неблокуючий	—	—	Одиничний	Одиничний
3	7	Цикл.буфер (ДСД)	Дві сигнальні (умовні) змінні Sig1 та Sig2 і неблокуючий м'ютекс MCR1	2, 7, 3, 6, 10, 11, 13, 14	Блокуючий	—	—	Одиничний	Одиничний
4	1	Стек (Вектор)	Дві сигнальні (умовні) змінні Sig1 та Sig2 і блокуючий м'ютекс MCR1	2, 8, 4, 5, 9, 12, 13, 14	Блокуючий	Блокуючий	—	Багато-значний	—
5	2	Цикл.буфер (Вектор)	Блокуючий багатозначний семафор SCR1 та блокуючий м'ютекс MCR1	1, 7, 4, 6, 9, 11, 13, 14	—	—	BCR2	Одиничний	—
6	3	Черга (ДСД)	Дві сигнальні (умовні) змінні Sig1 та Sig2 і неблокуючий м'ютекс MCR1	2, 8, 5, 6, 9, 10, 13, 14	Блокуючий	Неблокуючий	—	Багато-значний	—
7	4	Стек (ДСД)	Блокуючий багатозначний семафор SCR1 та неблокуючий м'ютекс MCR1	1, 8, 3, 4, 11, 12, 13, 14	—	—	BCR2	Багато-значний	Багато-значний
8	8	Цикл.буфер (ДСД)	Неблокуючий багатозначний семафор SCR1 та блокуючий м'ютекс MCR1	2, 7, 3, 5, 10, 12, 13, 14	Неблокуючий	—	—	Одиничний	Одиничний

9	9	Стек (Вектор)	Дві сигнальні (умовні) змінні Sig1 та Sig2 і неблокуючий м'ютекс MCR1	2, 8, 3, 6, 10, 11, 13, 14	Блокуючий	—	—	Одиничний	Багато- значний
10	10	Цикл.буфер (Вектор)	Блокуючий багатозначний семафор SCR1 та блокуючий м'ютекс MCR1	1, 7, 4, 5, 9, 12, 13, 14	Неблокуючий	—	—	Багато- значний	Багато- значний
11	1	Черга (ДСД)	Неблокуючий багатозначний семафор SCR1 та блокуючий м'ютекс MCR1	1, 8, 4, 6, 9, 11, 13, 14	—	—	BCR2	Багато- значний	—
12	2	Стек (ДСД)	Дві сигнальні (умовні) змінні Sig1 та Sig2 і блокуючий м'ютекс MCR1	1, 7, 5, 6, 9, 10, 13, 14	Неблокуючий	Блокуючий	—	Одиничний	—
13	3	Цикл.буфер (ДСД)	Неблокуючий багатозначний семафор SCR1 та неблокуючий м'ютекс MCR1	2, 7, 3, 4, 11, 12, 13, 14	—	—	BCR2	Багато- значний	—
14	4	Стек (Вектор)	Дві сигнальні (умовні) змінні Sig1 та Sig2 і неблокуючий м'ютекс MCR1	2, 8, 3, 5, 10, 12, 13, 14	Неблокуючий	Неблокуючий	—	Багато- значний	Одиничний
15	5	Цикл.буфер (Вектор)	Блокуючий багатозначний семафор SCR1 та блокуючий м'ютекс MCR1	1, 7, 3, 6, 10, 11, 13, 14	Неблокуючий	—	—	Одиничний	Одиничний
16	6	Черга (ДСД)	Дві сигнальні (умовні) змінні Sig1 та Sig2 і блокуючий м'ютекс MCR1	1, 8, 4, 5, 9, 12, 13, 14	Блокуючий	—	—	Багато- значний	Одиничний
17	7	Стек (ДСД)	Неблокуючий багатозначний семафор SCR1 та неблокуючий м'ютекс MCR1	2, 7, 4, 6, 9, 11, 13, 14	Неблокуючий	—	—	Одиничний	Одиничний
18	1	Цикл.буфер (ДСД)	Дві сигнальні (умовні) змінні Sig1 та Sig2 і неблокуючий м'ютекс MCR1	1, 8, 5, 6, 9, 10, 13, 14	Неблокуючий	Неблокуючий	—	Одиничний	—
19	2	Стек (Вектор)	Блокуючий багатозначний семафор SCR1 та неблокуючий м'ютекс MCR1	2, 8, 3, 4, 11, 12, 13, 14	—	—	BCR2	Багато- значний	—
20	3	Цикл.буфер (Вектор)	Дві сигнальні (умовні) змінні Sig1 та Sig2 і блокуючий м'ютекс MCR1	1, 7, 3, 5, 10, 12, 13, 14	Неблокуючий	Блокуючий	—	Одиничний	—
21	4	Черга (ДСД)	Неблокуючий багатозначний семафор SCR1 та блокуючий м'ютекс MCR1	1, 8, 3, 6, 10, 11, 13, 14	—	—	BCR2	Одиничний	Багато- значний

22	8	Стек (ДСД)	Дві сигнальні (умовні) змінні Sig1 та Sig2 і блокуючий м'ютекс MCR1	2, 7, 4, 5, 9, 12, 13, 14	Блокуючий	—	—	Одиничний	Одиничний
23	9	Цикл.буфер (ДСД)	Блокуючий багатозначний семафор SCR1 та блокуючий м'ютекс MCR1	2, 8, 4, 6, 9, 11, 13, 14	Неблокуючий	—	—	Багато- значний	Багато- значний
24	10	Стек (Вектор)	Дві сигнальні (умовні) змінні Sig1 та Sig2 і неблокуючий м'ютекс MCR1	2, 7, 5, 6, 9, 10, 13, 14	Блокуючий	—	—	Багато- значний	Одиничний
25	1	Цикл.буфер (Вектор)	Неблокуючий багатозначний семафор SCR1 та неблокуючий м'ютекс MCR1	1, 7, 3, 4, 9, 10, 13, 14	—	—	BCR2	Одиничний	—
26	2	Черга (ДСД)	Дві сигнальні (умовні) змінні Sig1 та Sig2 і неблокуючий м'ютекс MCR1	1, 8, 3, 5, 9, 11, 13, 14	Неблокуючий	Блокуючий	—	Багато- значний	—
27	3	Стек (ДСД)	Блокуючий багатозначний семафор SCR1 та блокуючий м'ютекс MCR1	2, 7, 3, 6, 9, 12, 13, 14	—	—	BCR2	Одиничний	—
28	4	Цикл.буфер (ДСД)	Дві сигнальні (умовні) змінні Sig1 та Sig2 і блокуючий м'ютекс MCR1	2, 8, 4, 5, 10, 11, 13, 14	Блокуючий	Блокуючий	—	Багато- значний	Багато- значний
29	5	Стек (Вектор)	Дві сигнальні (умовні) змінні Sig1 та Sig2 і неблокуючий м'ютекс MCR1	1, 8, 4, 6, 10, 12, 13, 14	Неблокуючий	—	—	Багато- значний	Одиничний
30	6	Цикл.буфер (Вектор)	Неблокуючий багатозначний семафор SCR1 та блокуючий м'ютекс MCR1	2, 7, 5, 6, 11, 12, 13, 14	Блокуючий	—	—	Одиничний	Одиничний
31	7	Черга (ДСД)	Дві сигнальні (умовні) змінні Sig1 та Sig2 і блокуючий м'ютекс MCR1	1, 7, 5, 6, 11, 12, 13, 14	Неблокуючий	—	—	Одиничний	Одиничний
32	8	Стек (Вектор)	Блокуючий багатозначний семафор SCR1 та неблокуючий м'ютекс MCR1	2, 8, 3, 4, 9, 10, 13, 14	Блокуючий	—	—	Одиничний	Одиничний
33	9	Цикл.буфер (Вектор)	Дві сигнальні (умовні) змінні Sig1 та Sig2 і блокуючий м'ютекс MCR1	1, 8, 3, 6, 9, 12, 13, 14	Неблокуючий	—	—	Багато- значний	Одиничний
34	10	Стек (ДСД)	Неблокуючий багатозначний семафор SCR1 та неблокуючий м'ютекс MCR1	2, 7, 4, 5, 10, 11, 13, 14	Блокуючий	—	—	Одиничний	Багато- значний

Таблиця 2

Номер атомарної операції (функції)	Ідентифікатор вбудованої функції, що відповідає атомарній операції
1.	<i>type</i> __sync_fetch_and_add (<i>type</i> *ptr, <i>type</i> value)
2.	<i>type</i> __sync_fetch_and_sub (<i>type</i> *ptr, <i>type</i> value)
3.	<i>type</i> __sync_fetch_and_or (<i>type</i> *ptr, <i>type</i> value)
4.	<i>type</i> __sync_fetch_and_and (<i>type</i> *ptr, <i>type</i> value)
5.	<i>type</i> __sync_fetch_and_xor (<i>type</i> *ptr, <i>type</i> value)
6.	<i>type</i> __sync_fetch_and_nand (<i>type</i> *ptr, <i>type</i> value)
7.	<i>type</i> __sync_add_and_fetch (<i>type</i> *ptr, <i>type</i> value)
8.	<i>type</i> __sync_sub_and_fetch (<i>type</i> *ptr, <i>type</i> value)
9.	<i>type</i> __sync_or_and_fetch (<i>type</i> *ptr, <i>type</i> value)
10.	<i>type</i> __sync_and_and_fetch (<i>type</i> *ptr, <i>type</i> value)
11.	<i>type</i> __sync_xor_and_fetch (<i>type</i> *ptr, <i>type</i> value)
12.	<i>type</i> __sync_nand_and_fetch (<i>type</i> *ptr, <i>type</i> value)
13.	<i>bool</i> __sync_bool_compare_and_swap (<i>type</i> *ptr, <i>type</i> oldval, <i>type</i> newval)
14.	<i>type</i> __sync_val_compare_and_swap (<i>type</i> *ptr, <i>type</i> oldval, <i>type</i> newval)

Схеми паралельних потоків за варіантами

Зауваження. На схемах використання двох подвійних ліній (верхньої та нижньої) означає, що дії між цими лініями повторюються циклічно. Тобто подвійні лінії використовуються аналогічно їх використанню в діаграмах дій.

СХЕМА І

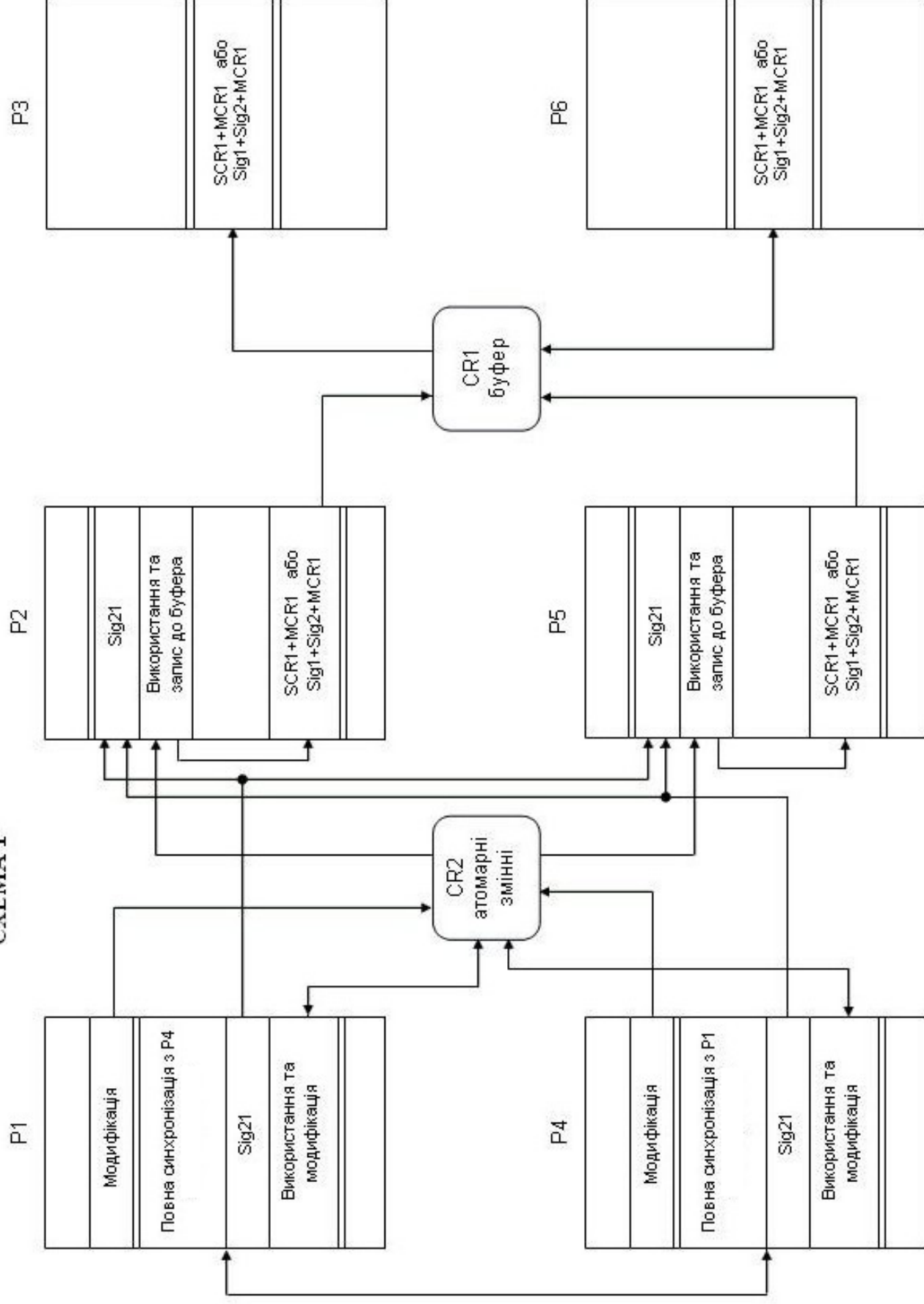


СХЕМА 2

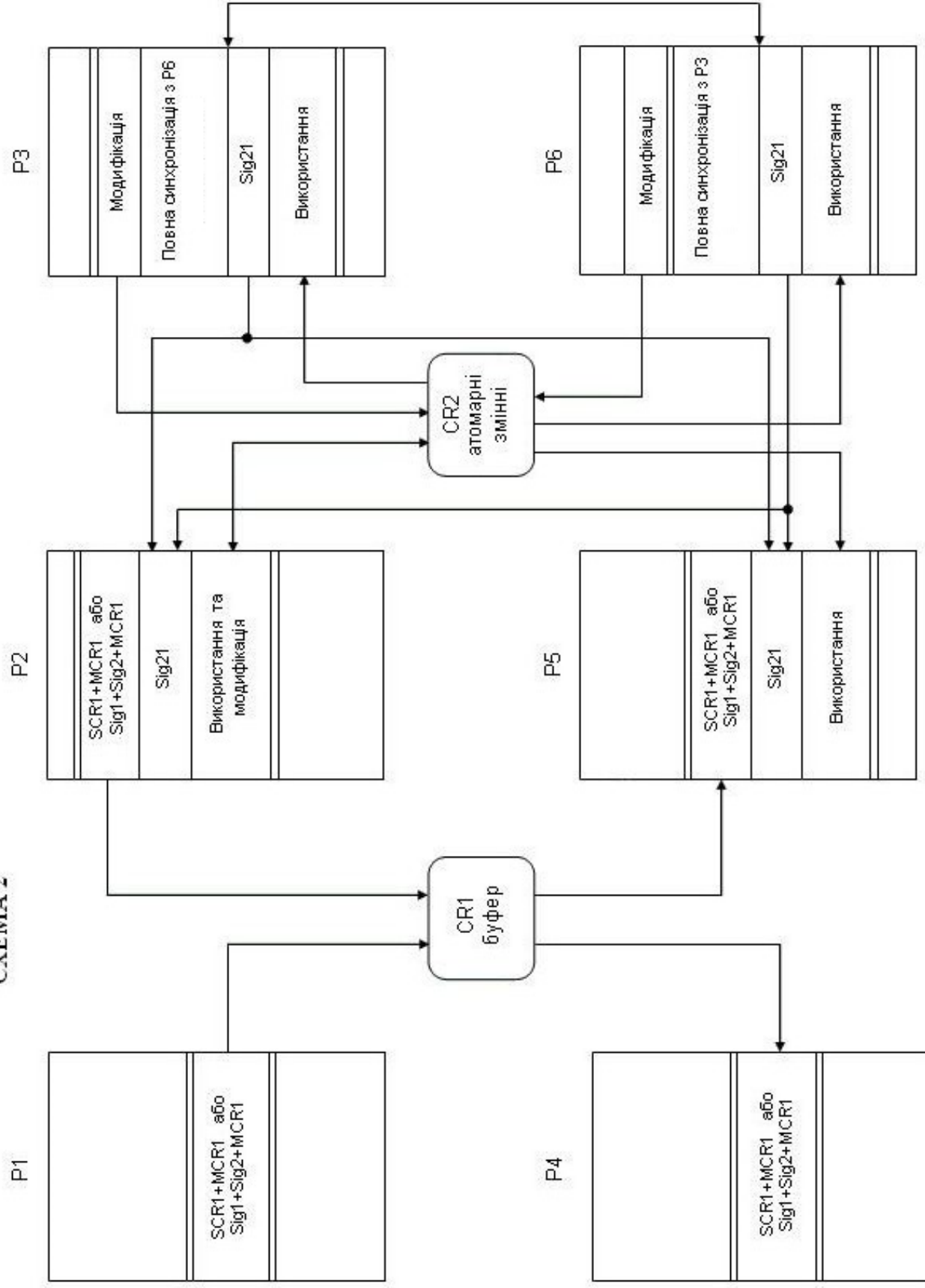


СХЕМА 3

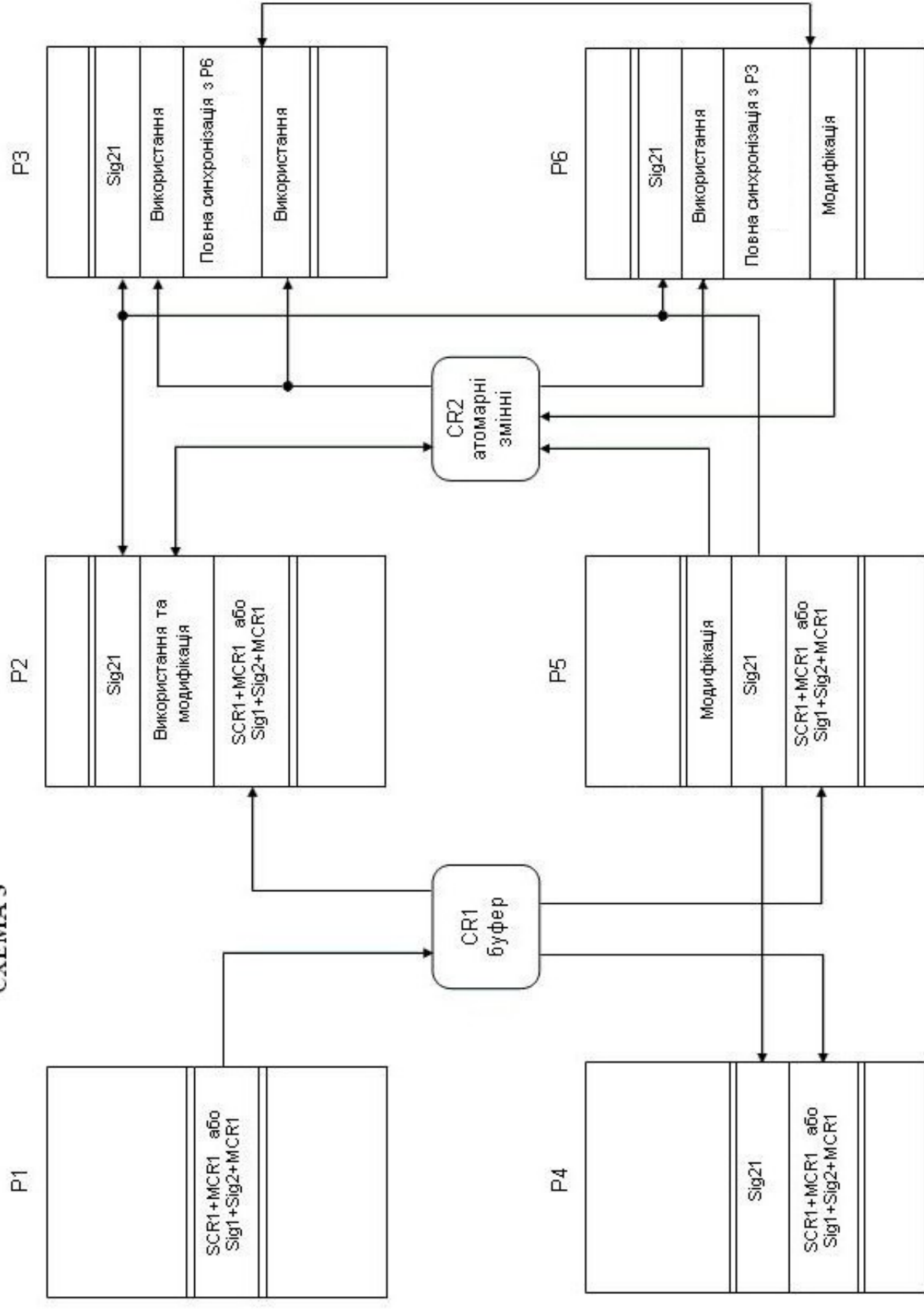


СХЕМА 4

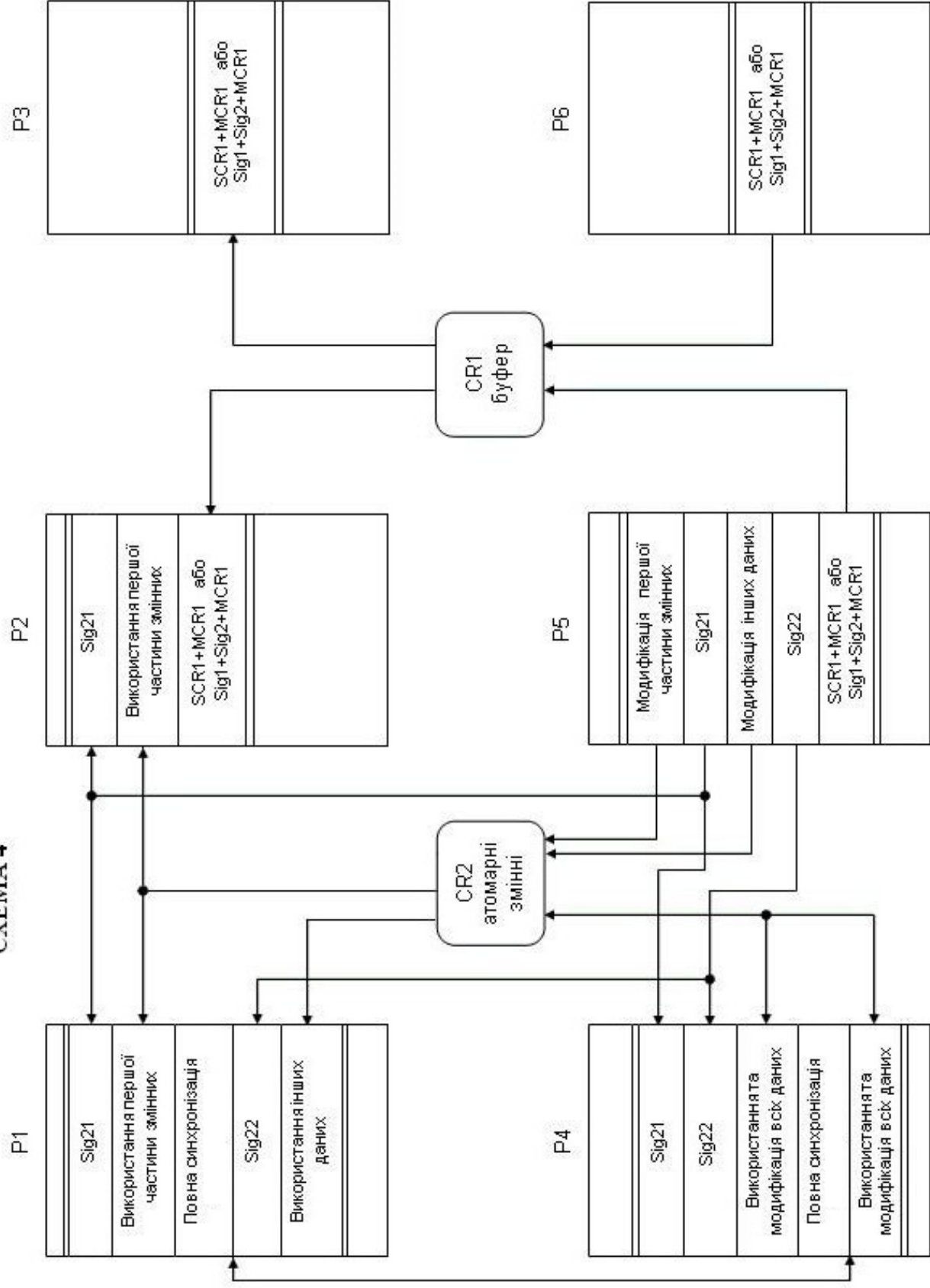


СХЕМА 5

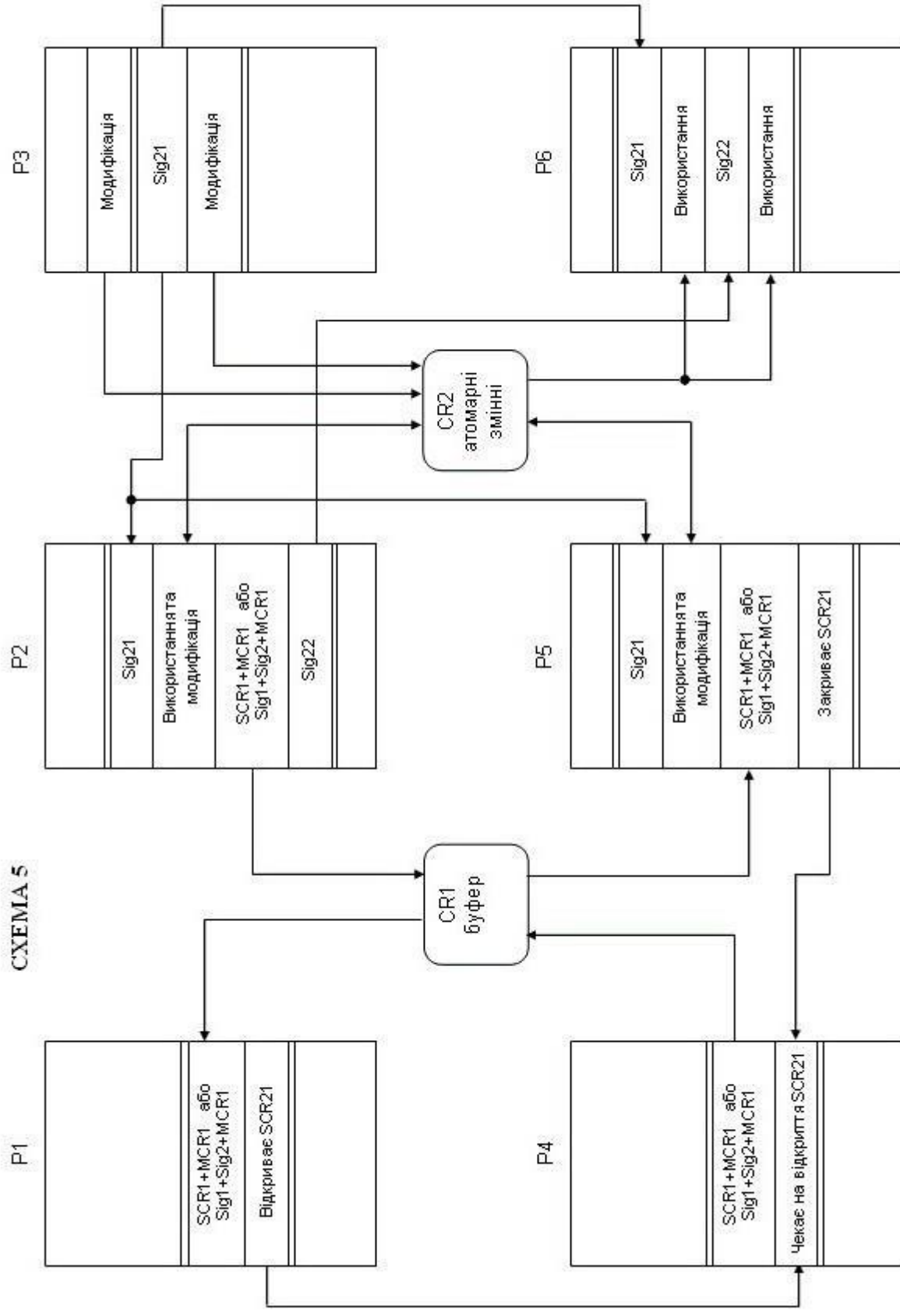


СХЕМА 6

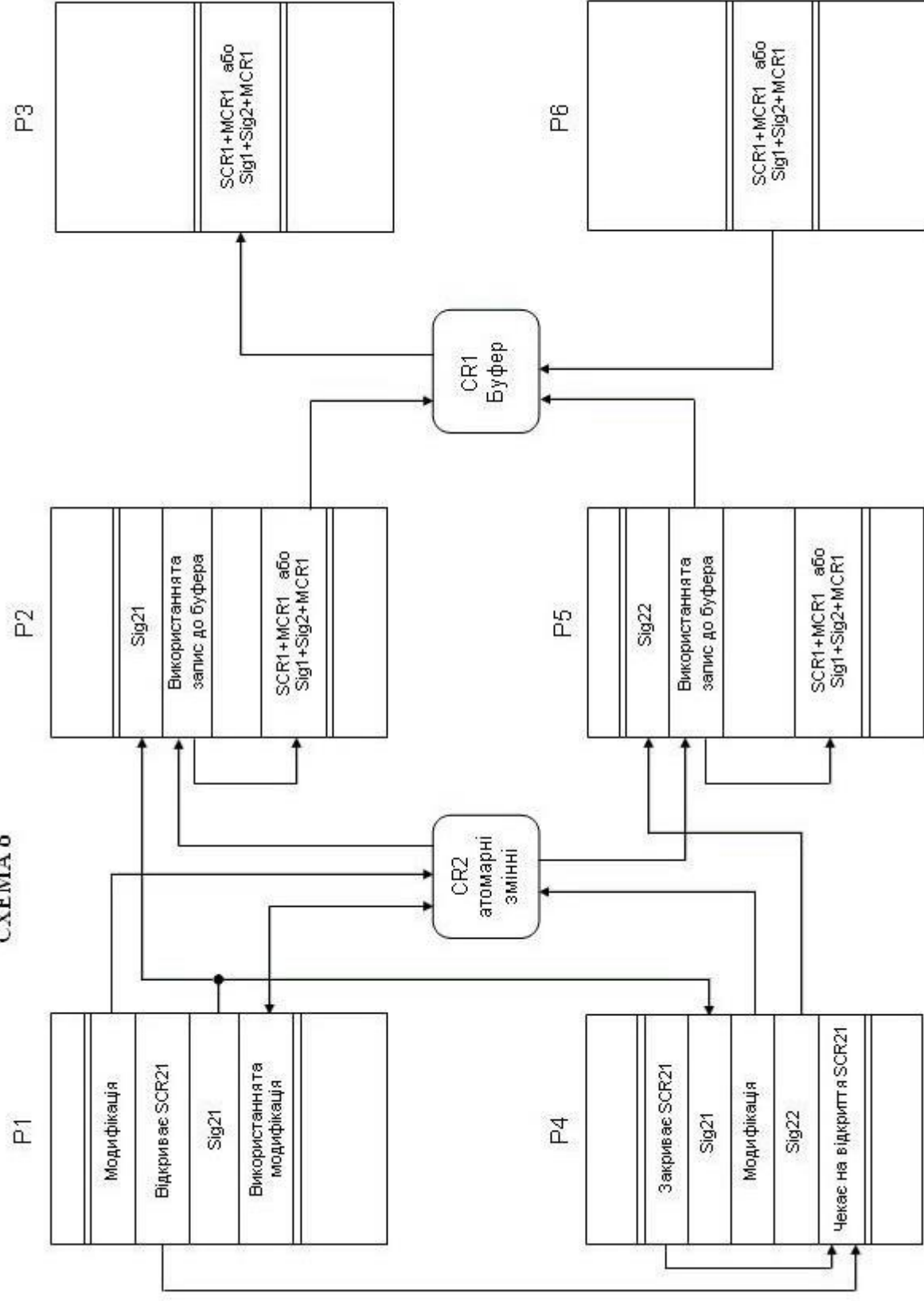


СХЕМА 7

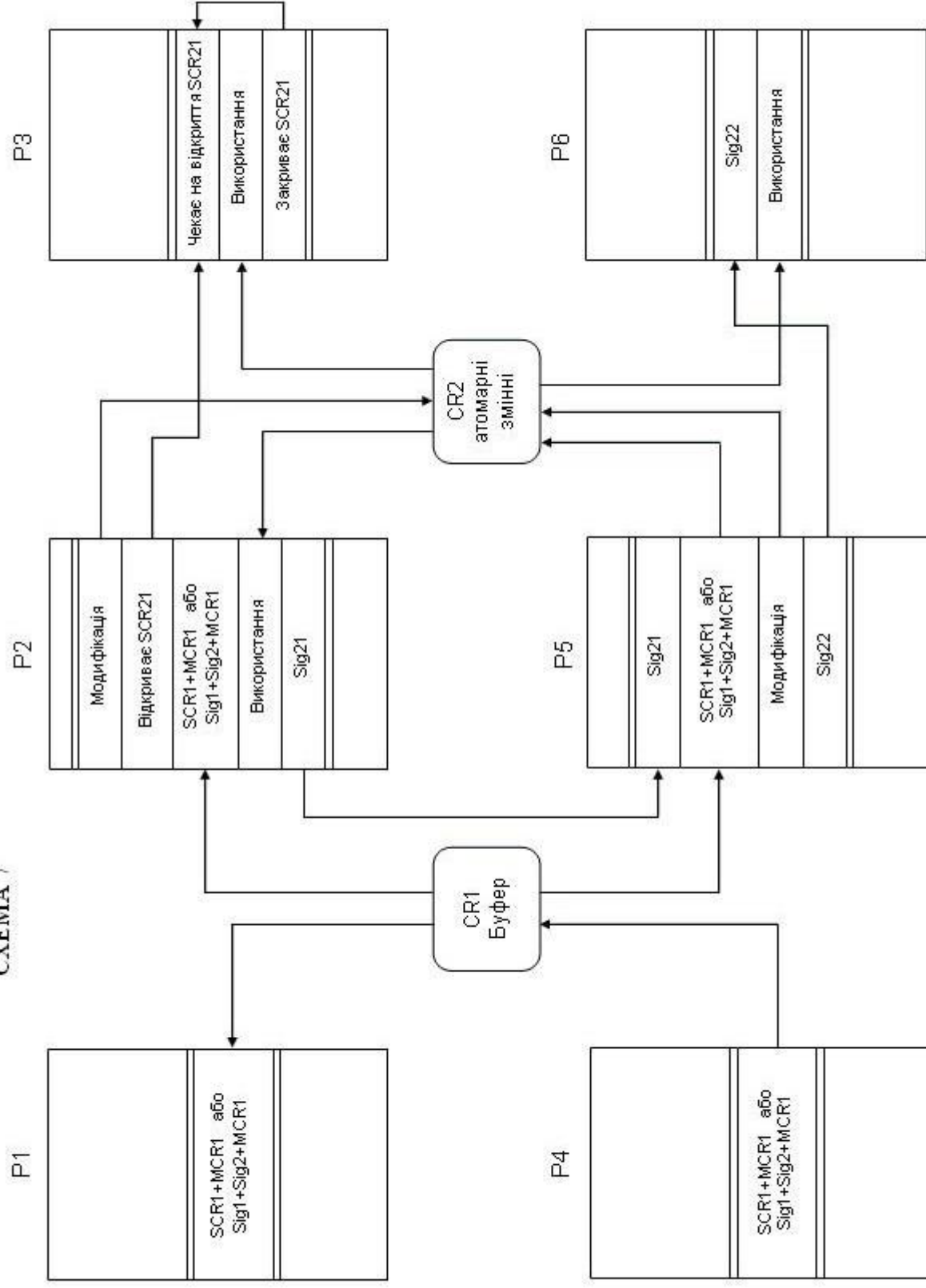


СХЕМА 8

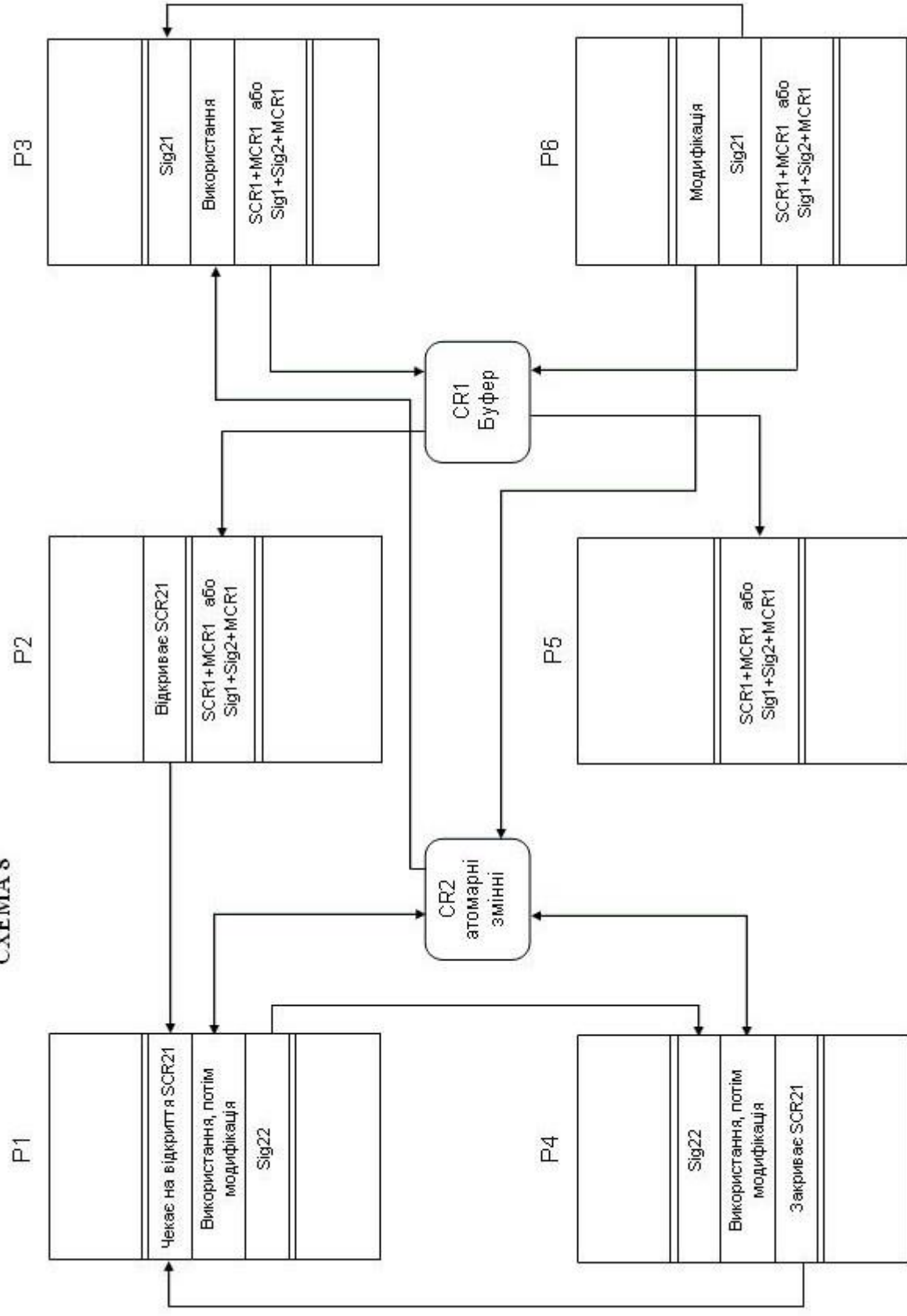


СХЕМА 9

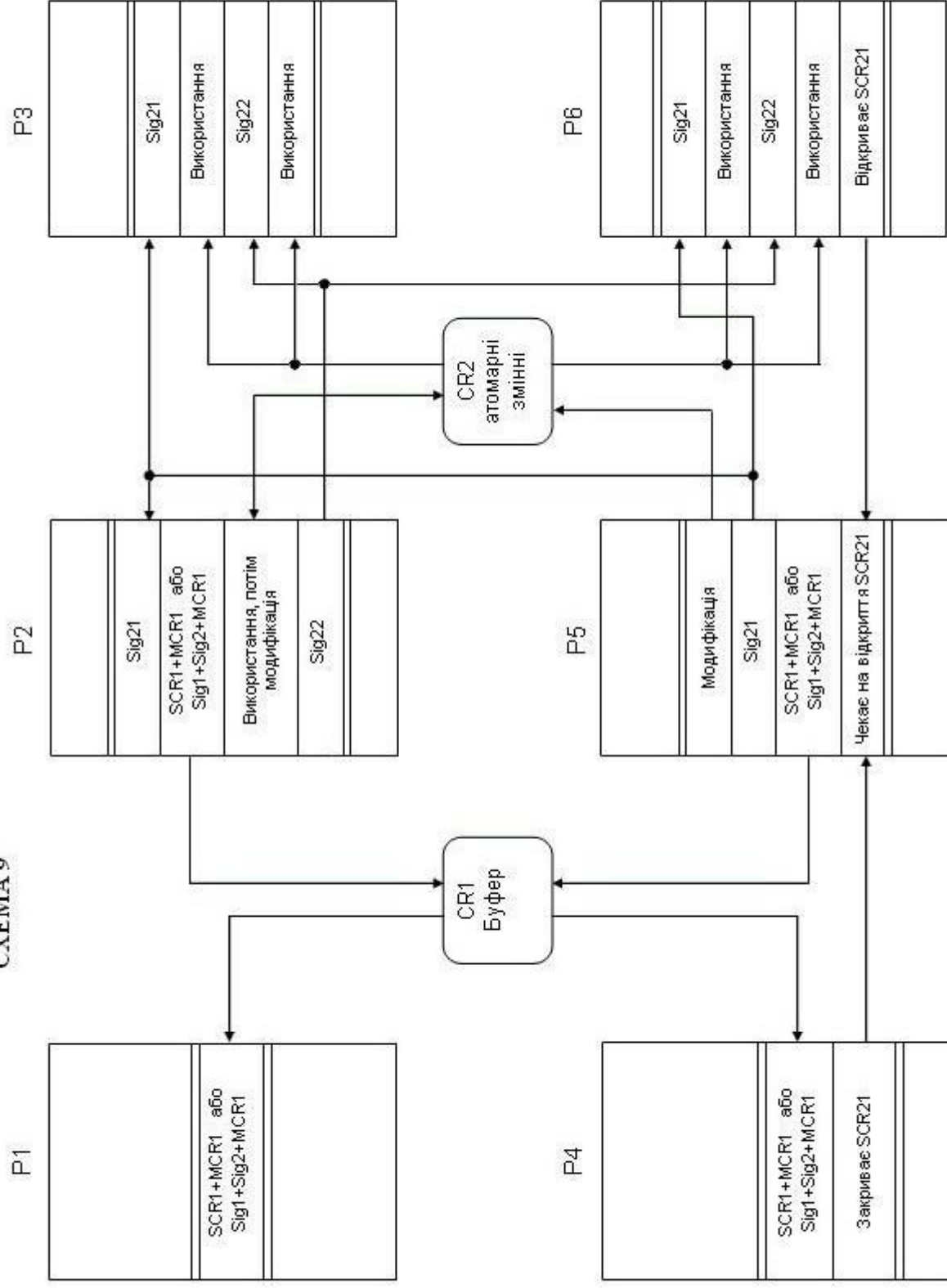


СХЕМА 10

