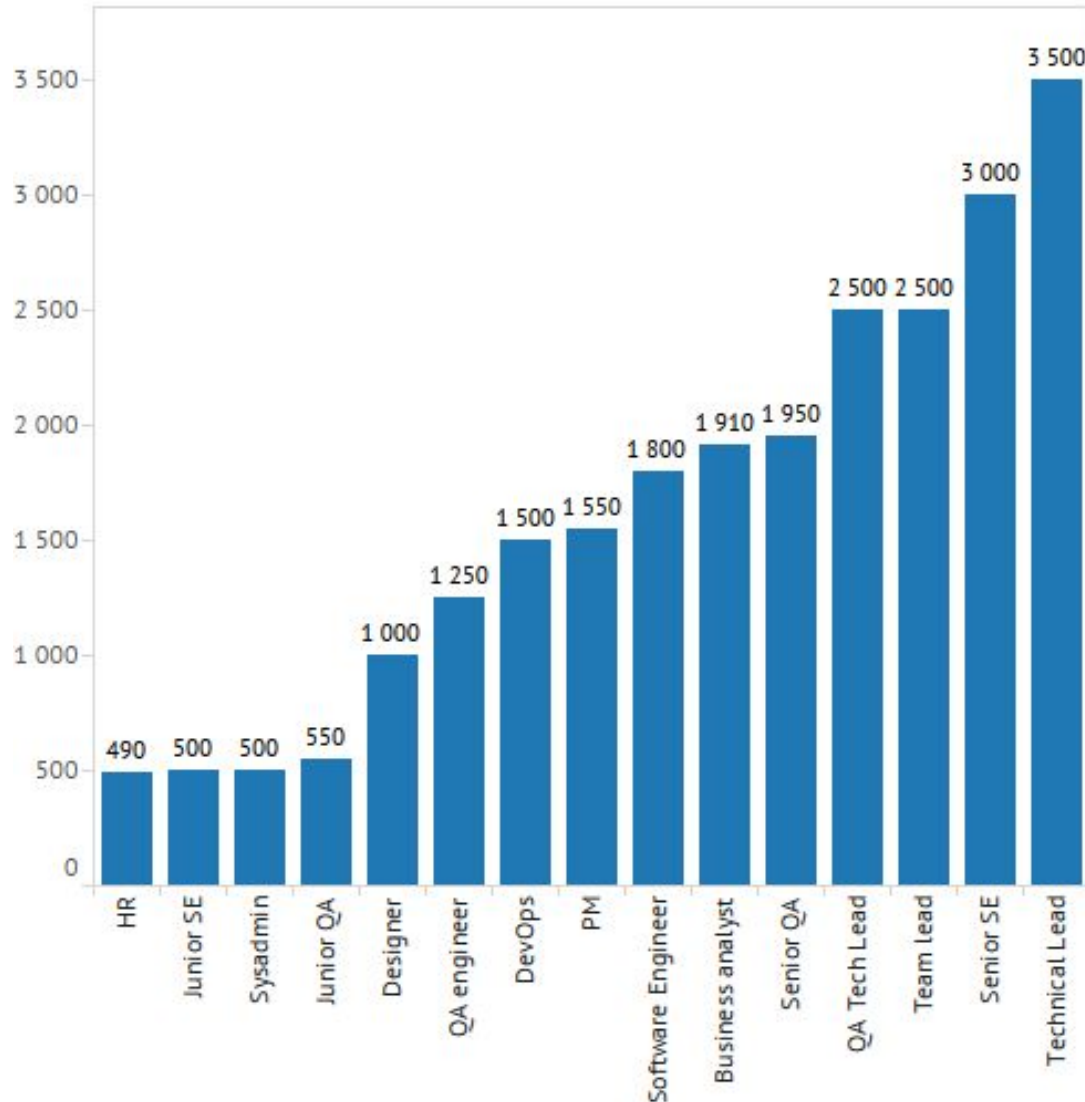
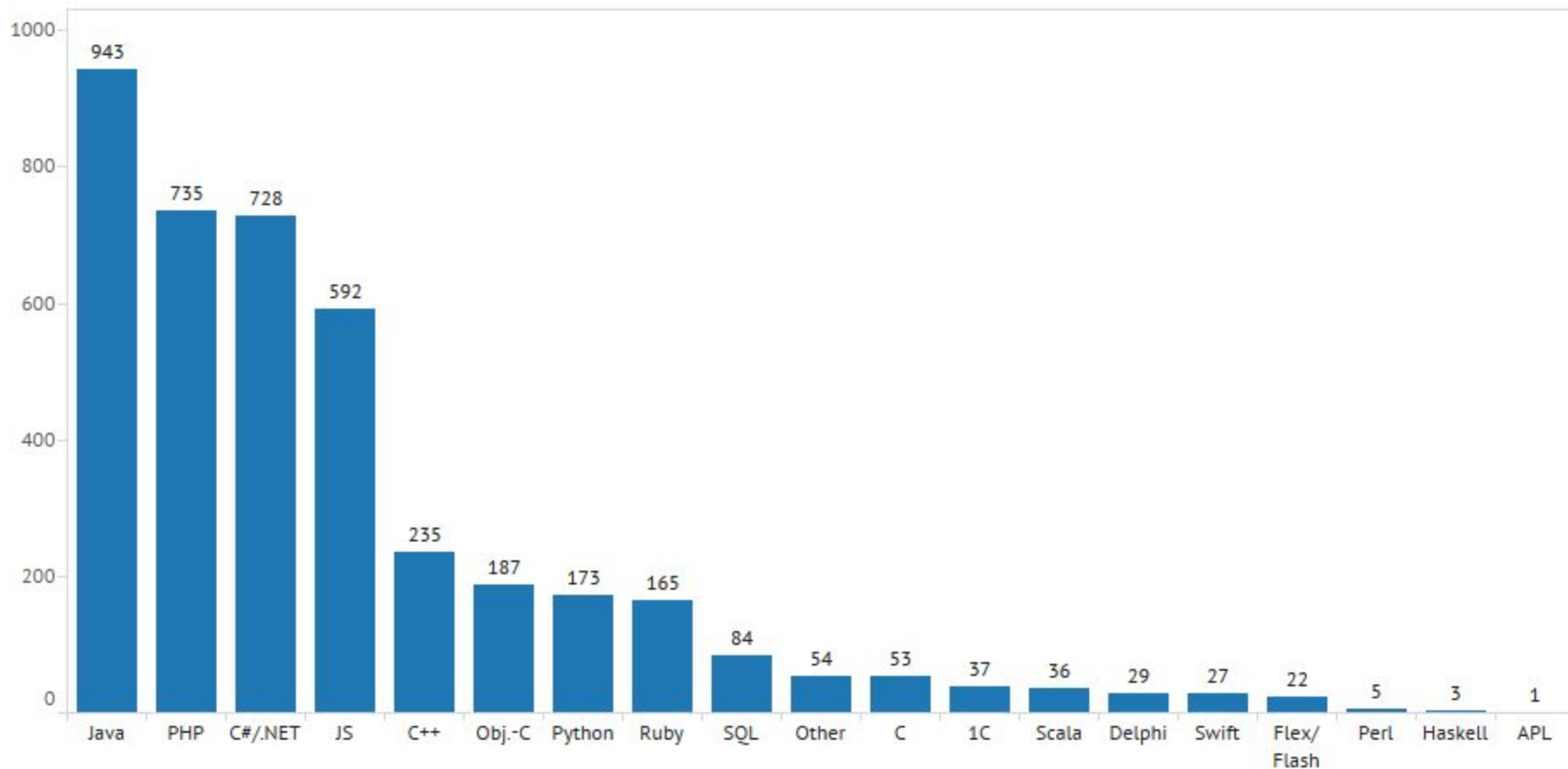


Зарплати розробників України - грудень 2015

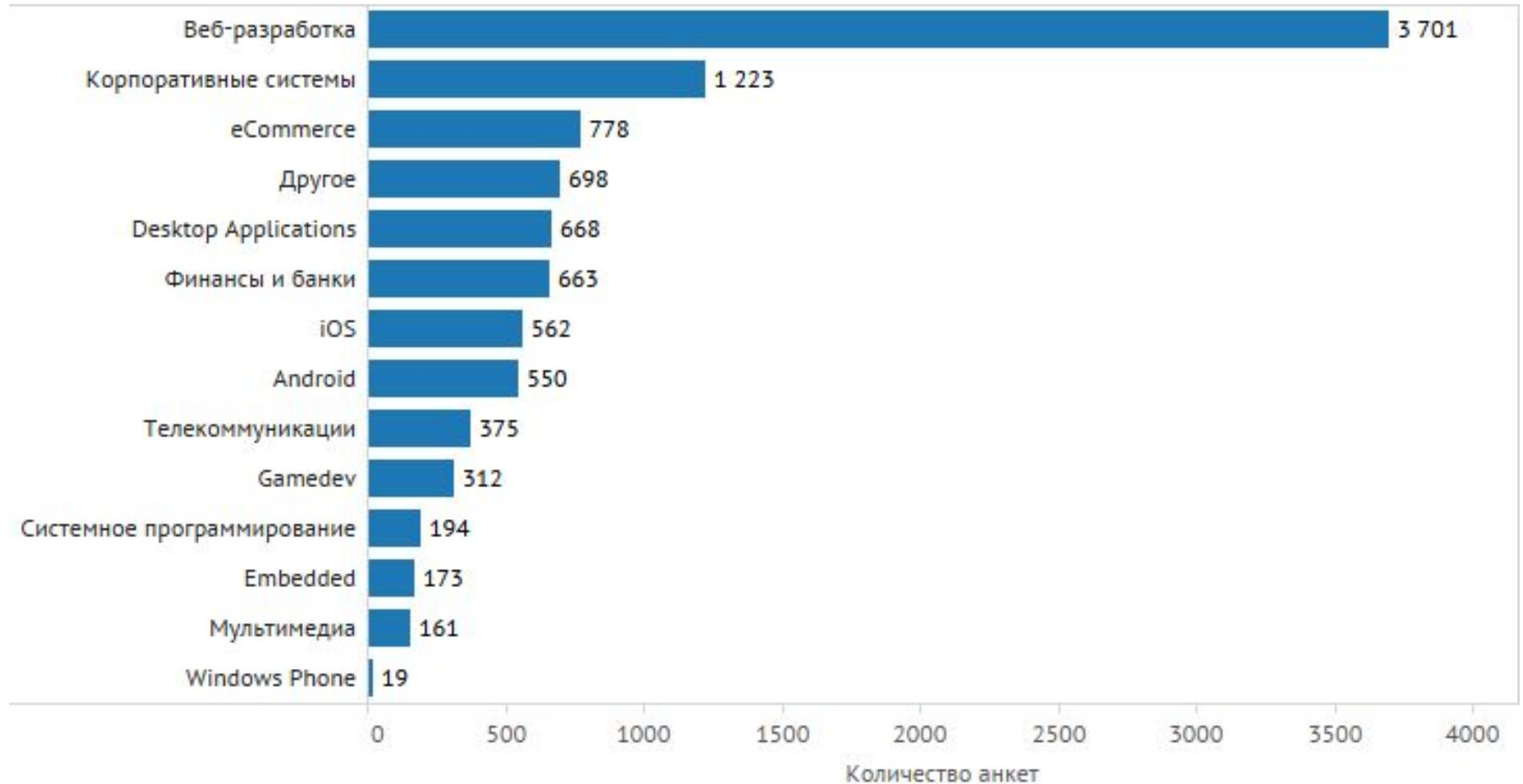
<https://dou.ua/lenta/articles/salary-report-dec-2015/>



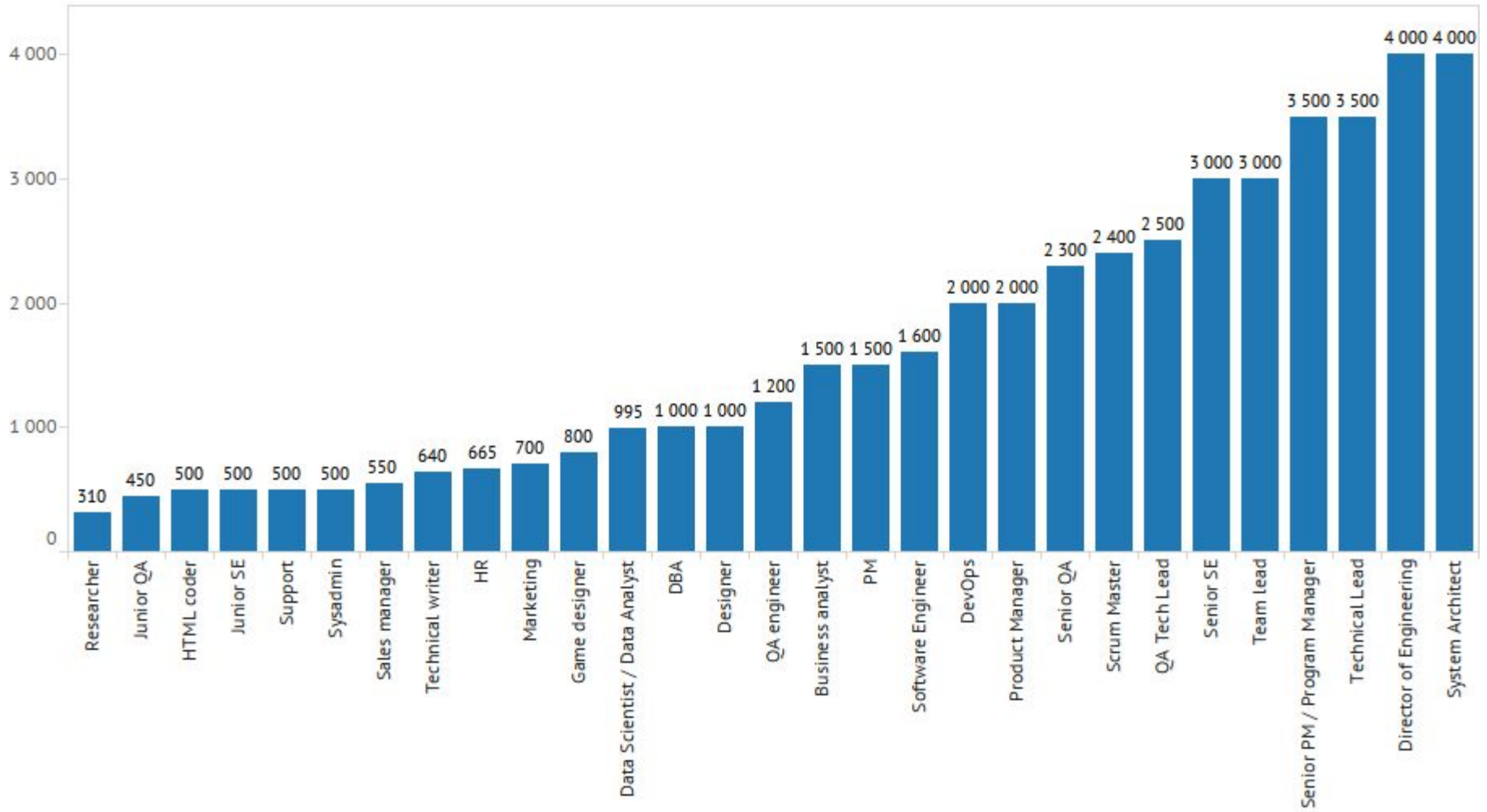
Популярність мов програмування



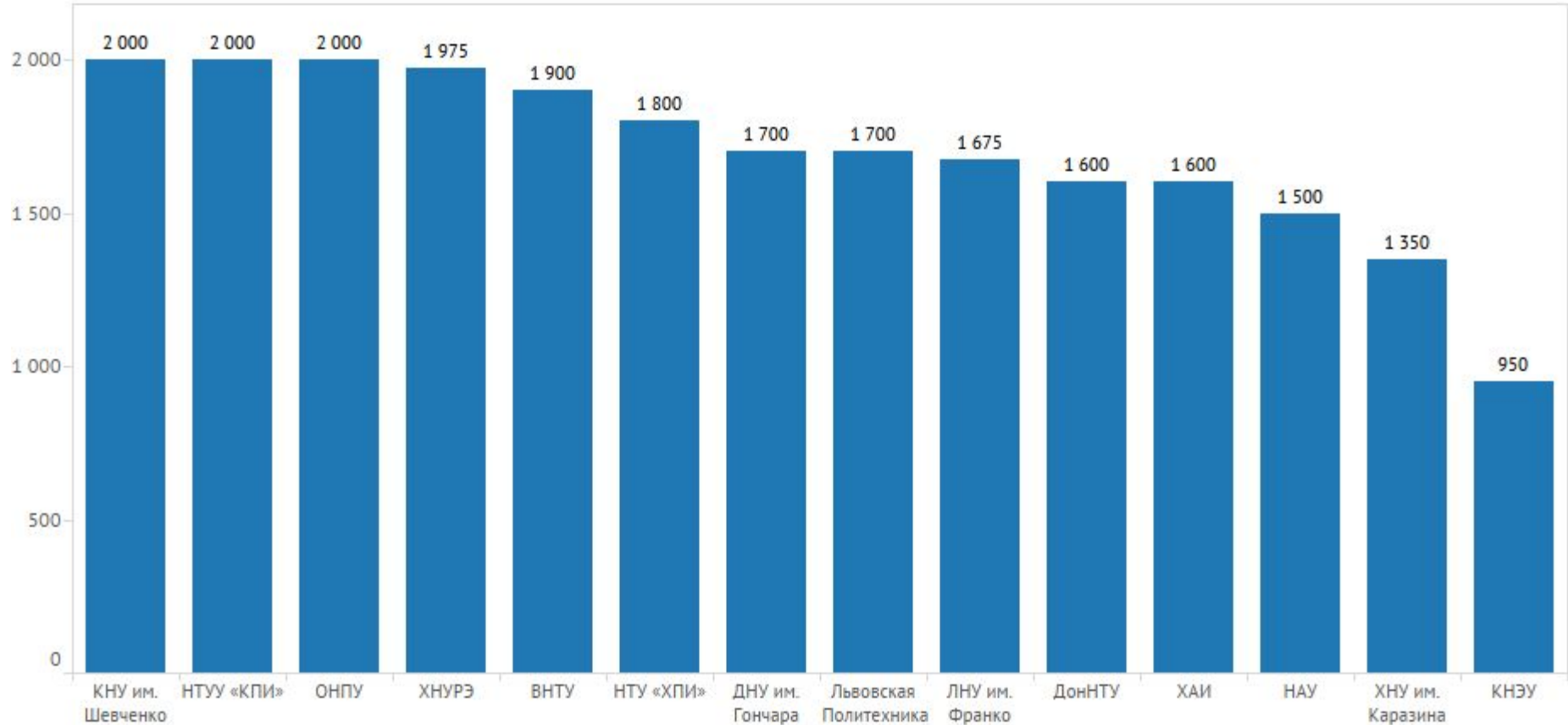
Розподіл по предметних областях



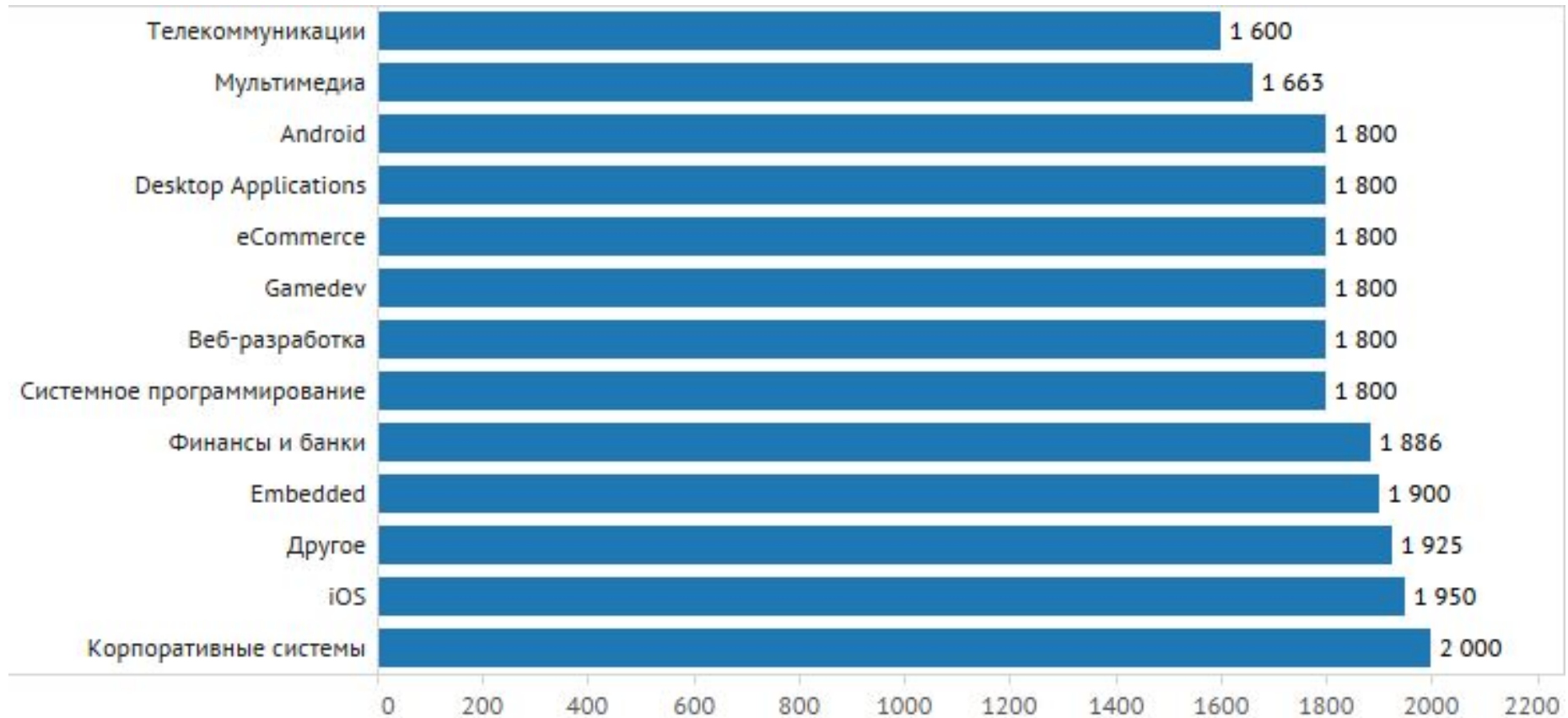
Середні зарплати по всіх посадах



Зарплати випускників вузів



Розробник програмного забезпечення, Київ:



У Львові 150 ІТ-компаній (Інформаційні Технології)
 25 найбільших ІТ-компаній України
<http://jobs.dou.ua/top25/>

№	Компанія	Δ Jul'15 / Jan'16	Техніческие спеціалісти	Вакансії в Україні
1	EPAM Київ, Харків, Львів , Дніпропетровськ, Вінниця	+500	3800	345
2	SoftServe Київ, Харків, Львів , Дніпропетровськ, Рівно, Івано-Франківськ, Чернівці	+44	3891	484
4	GlobalLogic Київ, Харків, Львів , Николаев	+111	2360	174
5	Ciklum Київ, Харків, Львів , Дніпропетровськ, Одеса, Вінниця	+44	2029	224
9	ELEKS Львів , Івано-Франківськ, Тернопіль	-3	640	21
11	DataArt Київ, Харків, Львів , Дніпропетровськ, Одеса, Херсон	+47	700	185
12	Lohika Systems Київ, Львів , Одеса	+8	588	20
14	ISD* Львів , Дніпропетровськ, Бердянськ, Запоріжжя	-34	680	30
15	GeeksForLess Inc. Київ, Львів , Николаев	+2	550	15
17	Sigma Software Київ, Харків, Львів , Одеса	+73	492	75
21	Plarium Київ, Харків, Львів , Одеса	-40	145	48

Критерії створення КСМ

- Виконання покладених функцій
- Продуктивність
- Апаратні витрати
- Надійність
- Габарити
- Споживана потужність
- Ціна
- Додаткові функції
- Інші

Система

- множина взаємопов'язаних елементів, що взаємодіє з середовищем, як єдине ціле, і відокремлена від нього.

Властивості системи, пов'язані з цілями та функціями

- Ефект синергії — односпрямованість (або цілеспрямованість) дій компонентів посилює ефективність функціонування системи.
- Пріоритет інтересів системи вищого (глобального) рівня перед інтересами її компонентів (ієрархічність).
- Емерджентність — цілі (функції) компонентів системи не завжди збігаються з цілями (функціями) системи (від'ємний зворотній зв'язок)
- Мультиплікативність — і позитивні, і негативні ефекти функціонування компонентів в системі мають властивість множення, а не додавання.
- Цілеспрямованість — діяльність системи підпорядкована певній цілі.
- Альтернативність шляхів функціонування та розвитку.
- Робастність - здатність системи зберігати часткову працездатність (ефективність) при відмові її окремих елементів чи підсистем.

Пов'язані зі структурою

- Цілісність — первинність цілого по відношенню до частин: появи у системи нової функції, нової якості, органічно впливають зі складових її елементів, але не властивих жодному з них, взятому ізольовано.
- Неадитивності — принципова незведеність властивостей системи до суми властивостей складових її компонентів.
- Структурність — можлива декомпозицію системи на компоненти, встановлення зв'язків між ними.
- Ієрархічність — кожен компонент системи може розглядатися як система (підсистема) ширшої глобальної системи.

Пов'язані з ресурсами та особливостями взаємодії із середовищем

- Комунікативність - існування складної системи комунікацій із середовищем у вигляді ієрархії.
- Взаємодія і взаємозалежність системи і зовнішнього середовища.
- Адаптивність - прагнення до стану стійкої рівноваги, яке передбачає адаптацію параметрів системи до мінливих параметрів зовнішнього середовища (проте «нестійкість» не у всіх випадках є дисфункціональною для системи, вона може виступати і як умови динамічного розвитку).
- Надійність - функціонування системи при виході з ладу однієї з її компонент, збереженість проектних значень параметрів системи протягом запланованого періоду.
- Інтерактивність – мета досягається за рахунок обміну інформацією між елементами системи, системою та середовищем

Інші

- Інтегративність - наявність системоутворювальних, системозберігальних факторів.
- Еквіфінальність - здатність системи досягати станів, що не залежать від вихідних умов і визначаються тільки параметрами системи.
- Спадковість.
- Розвиток - характеризує зміну стану системи у часі. Це поняття допомагає пояснити складні термодинамічні й інформаційні процеси у природі та суспільстві.
- Порядок.
- Самоорганізація.

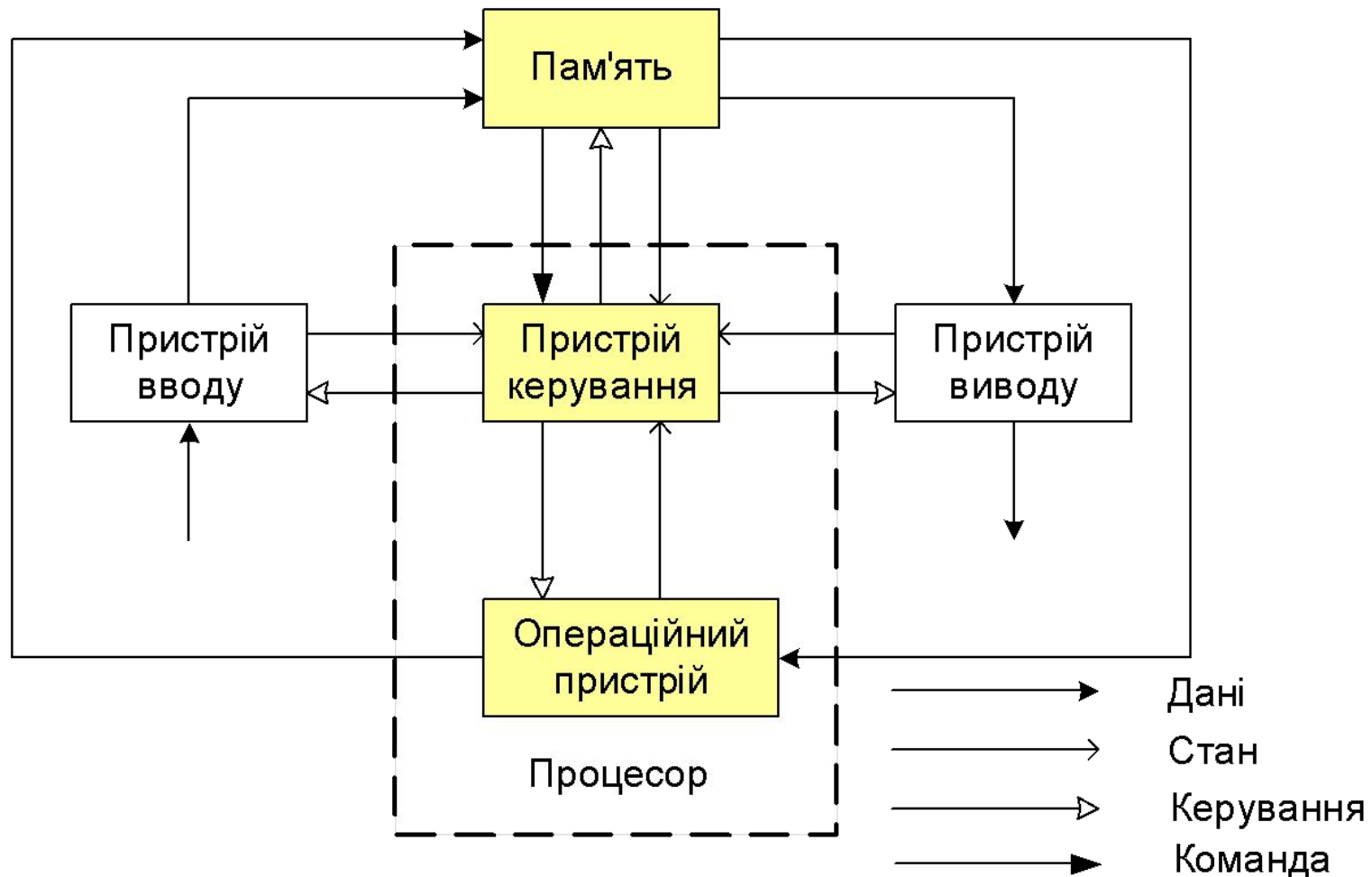
Комп'ютерна система

- Складається з апаратного і програмного забезпечення, які обробляють дані
- Набір апаратних вузлів, які зв'язані між собою і взаємодіють, утворюючи комп'ютер
- Повний працюючий комп'ютер у цілому, з периферійними пристроями та обладнанням
- **Повний працюючий комп'ютер (апаратне забезпечення + програмне забезпечення + периферія)**
- Система з одного або декількох комп'ютерів і відповідного програмного забезпечення з загальною пам'яттю
- Функціональний вузол з одного чи декількох комп'ютерів і відповідного програмного забезпечення, який
 - Використовує спільну пам'ять для усіх або частини програм та даних
 - Виконує написані або введені користувачем програми
 - Виконує визначені користувачем операції
- Набір підходящих, але не з'єднаних елементів комп'ютера
- Набір підходящих і з'єднаних елементів комп'ютера
- Набір процедур, процесів, методів, програм, технологій і обладнання, з'єднані разом, які утворюють організоване ціле
- З'єднані між собою комп'ютери із спільною пам'яттю і периферійними пристроями, кожен з яких працює незалежно від інших, але може зв'язатися із спільною пам'яттю і периферійними пристроями
- Комп'ютер, яким одночасно можуть користуватися декілька користувачів

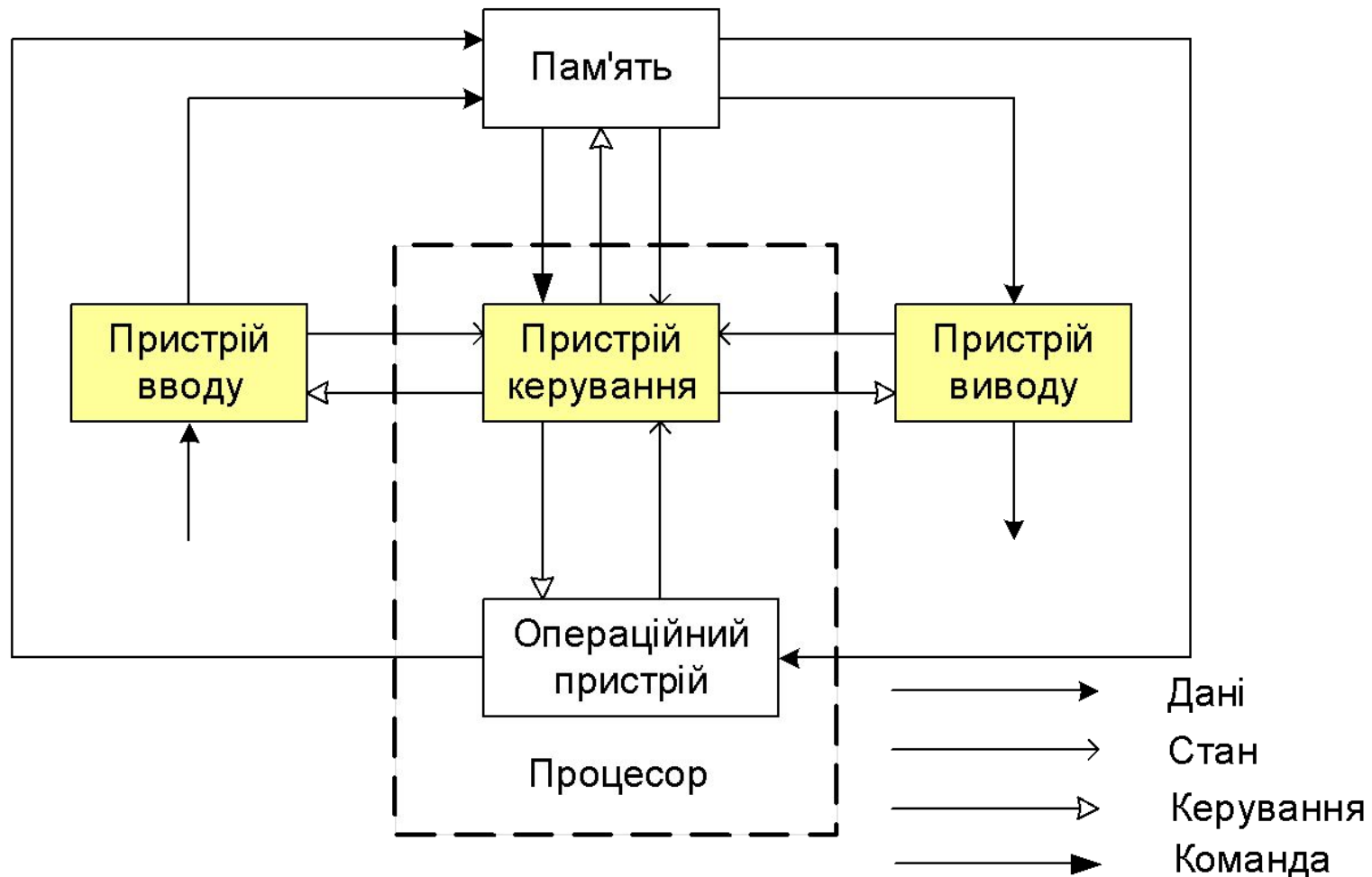
Комп'ютерна мережа

- Система зв'язку комп'ютерів або комп'ютерного обладнання

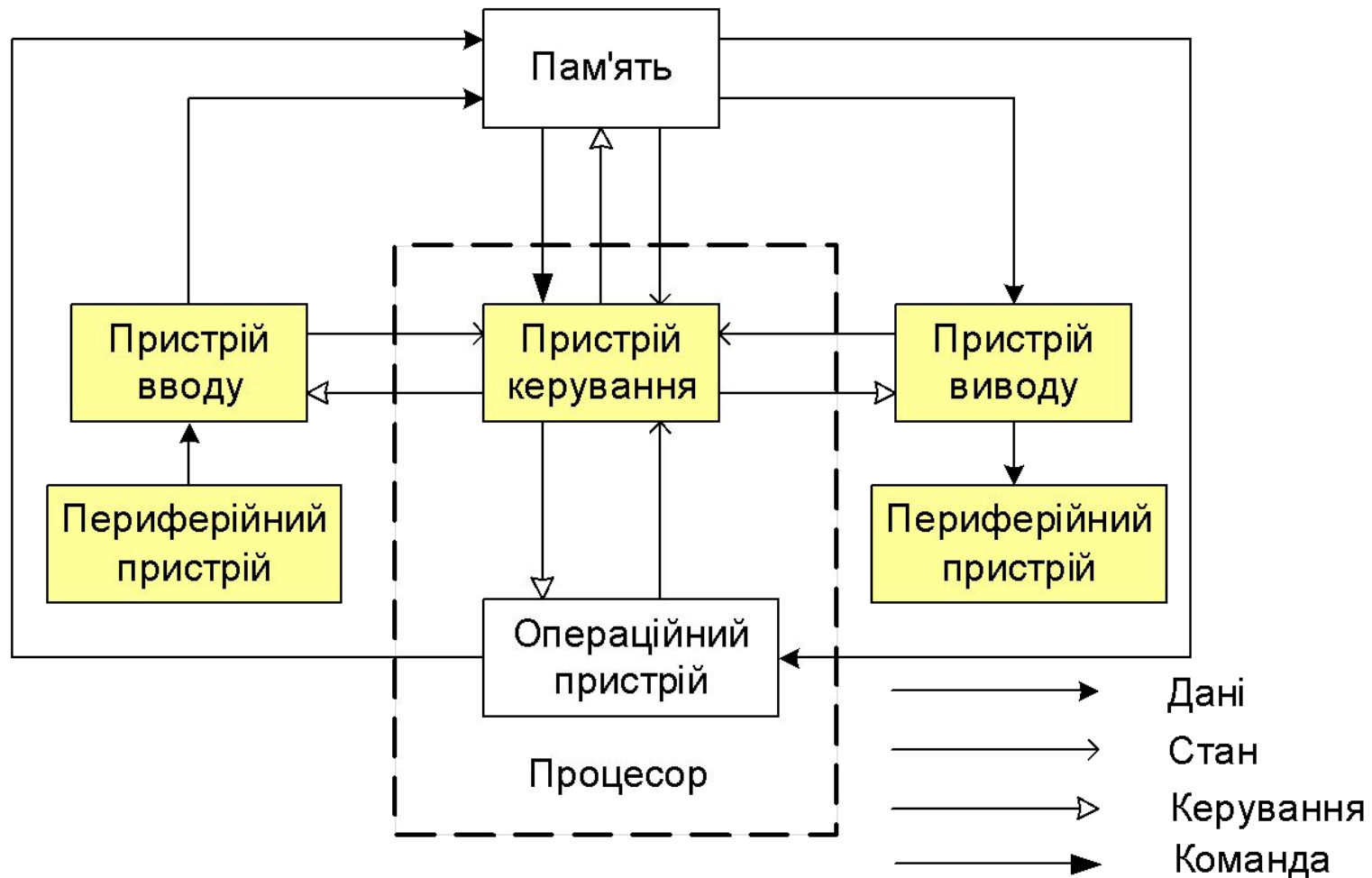
Універсальний комп'ютер та його основні елементи



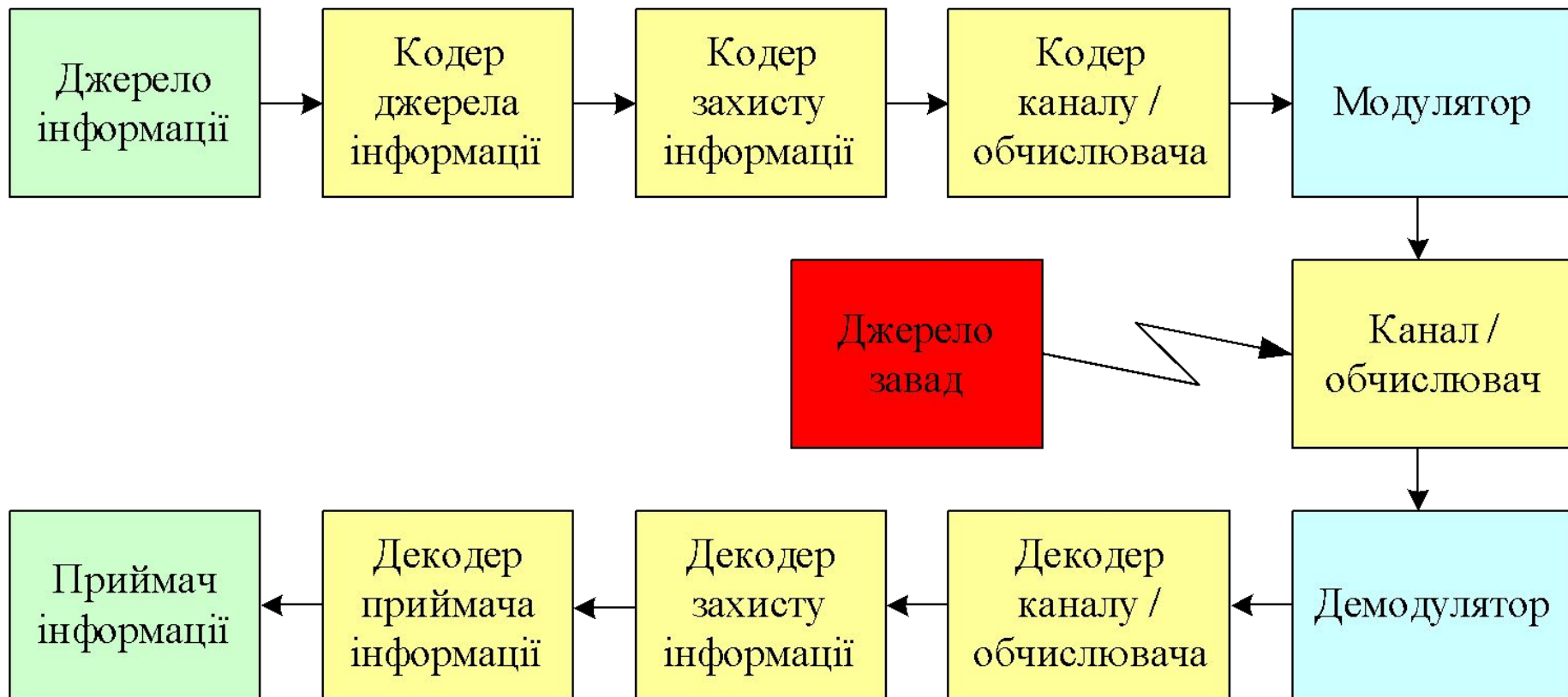
Контролер ВКС та його основні елементи



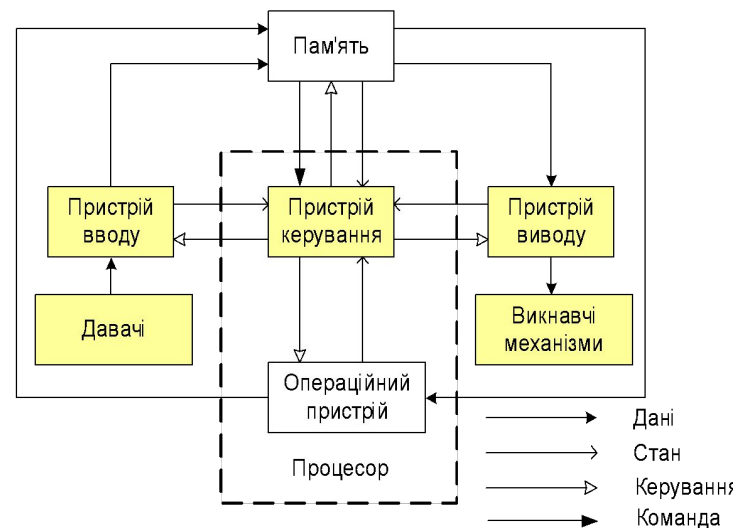
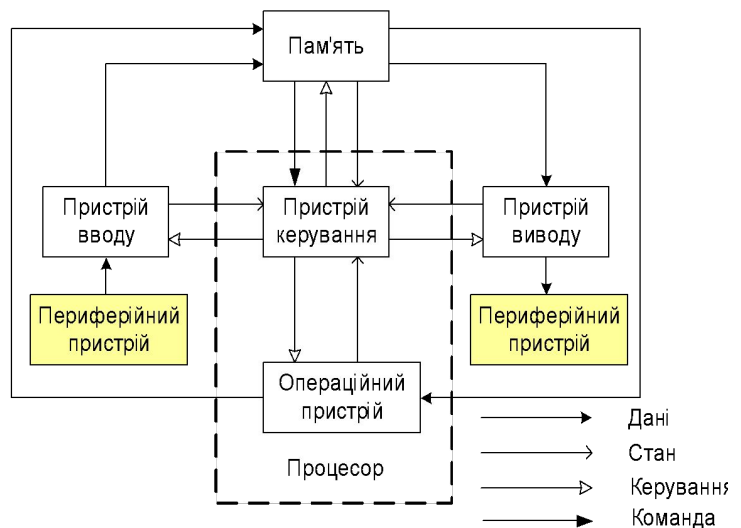
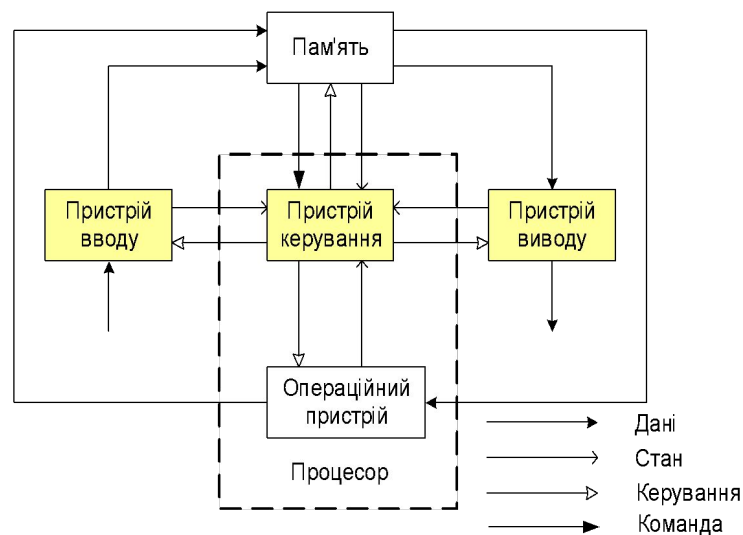
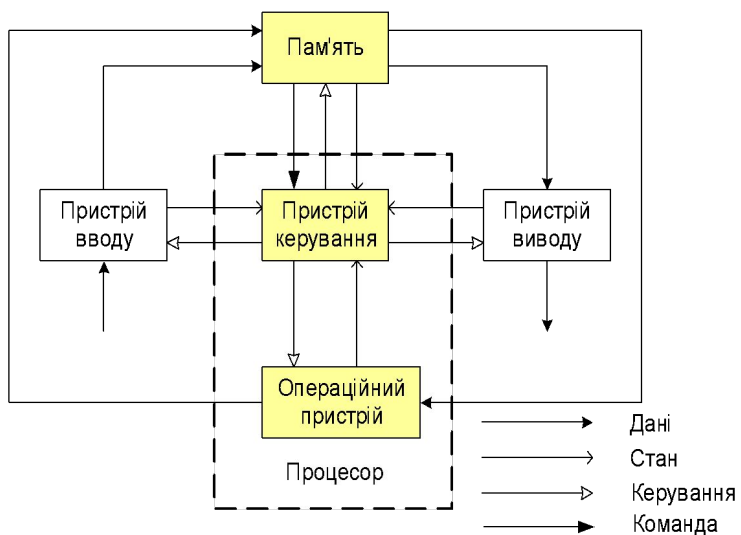
КС та її основні елементи



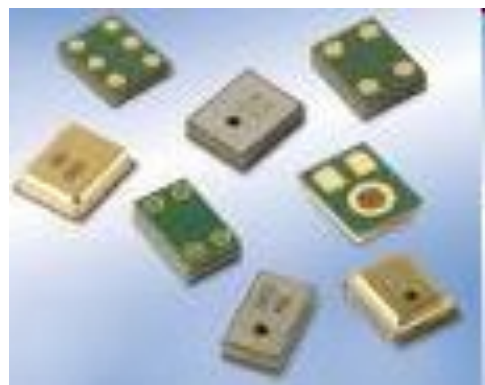
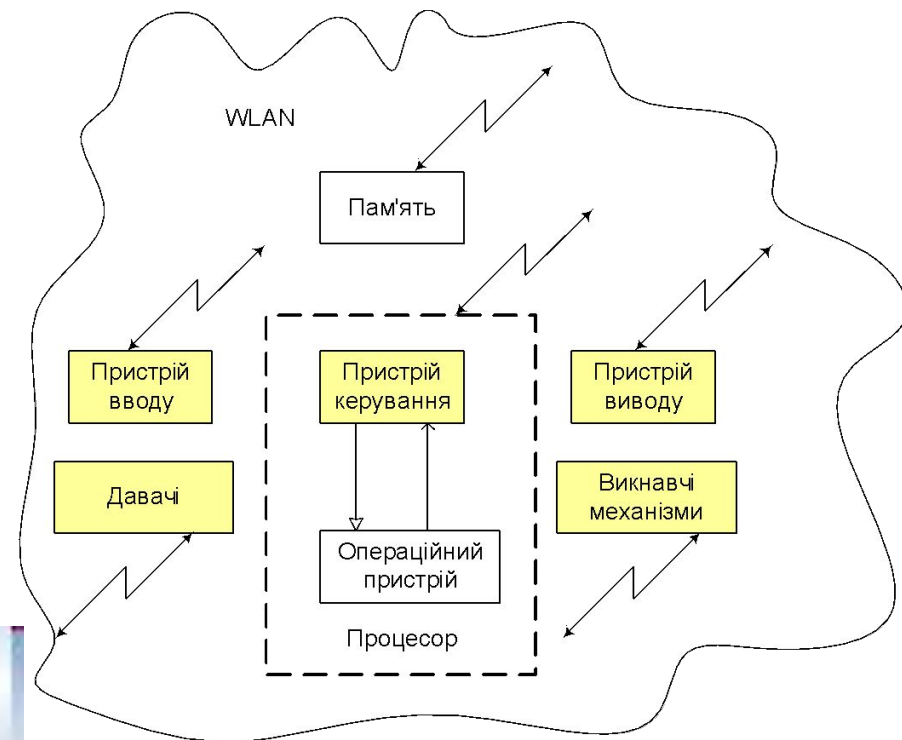
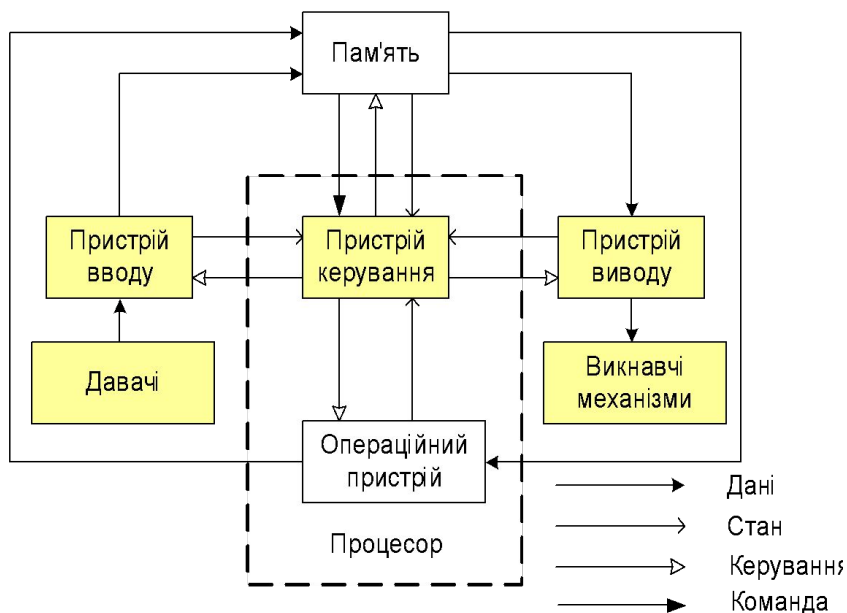
Структурна схема процесу передачі або оброблення інформації



Комп'ютери, контролери, КС, ВКС, КФС



Wi-Fi КС, інтернет речей



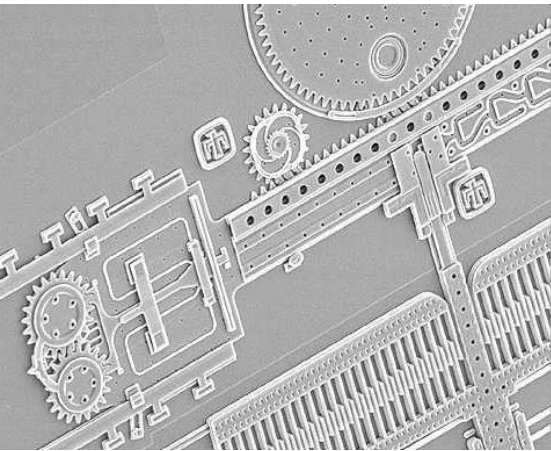
Що змінилося?

- Подальша мікромініатюризація
- Нанотехнології, МЕМС
- “Великі дані”
- WLAN
- Комп’ютерів більше ніж людей – і набагато більше ніж комп’ютерних фахівців

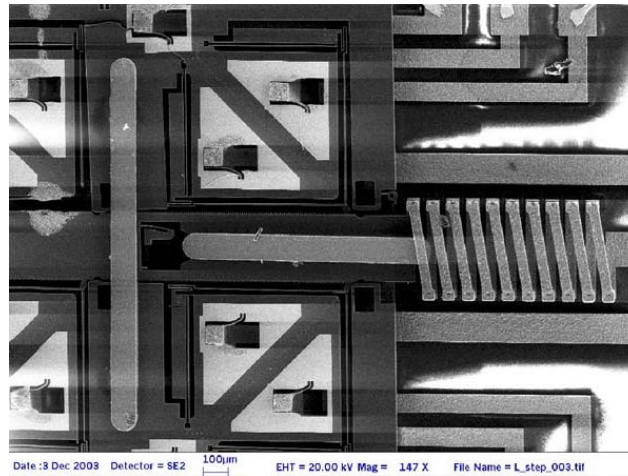
Наслідки

- Необхідність забезпечувати довіру до результатів – вбудований контроль, самотестування, гарантоздатність
- Захист інформації
- “Зелені” технології
- Усунення надлишковості
- Первинна обробка

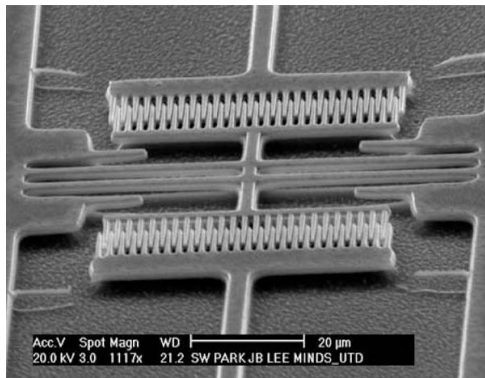
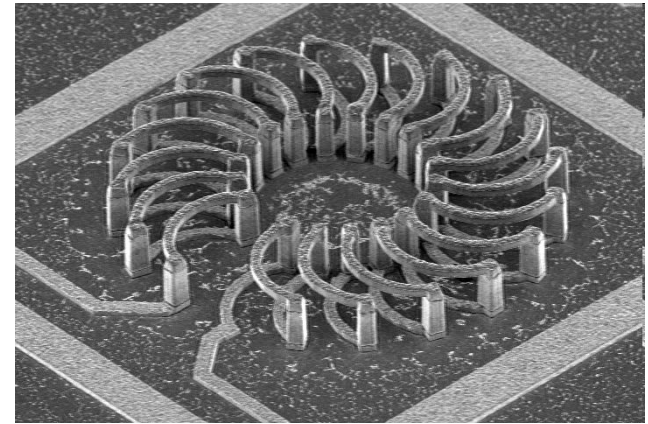
MEMS



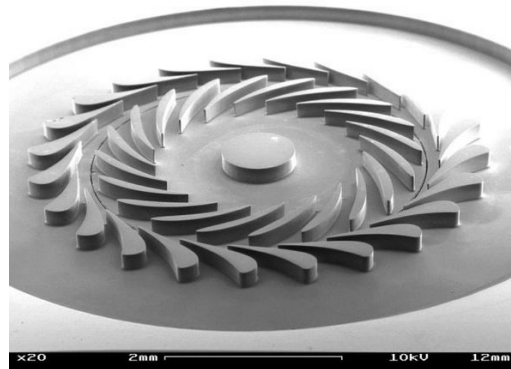
дисплей



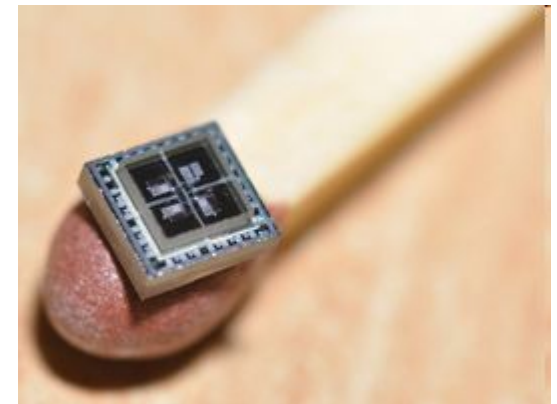
RFID



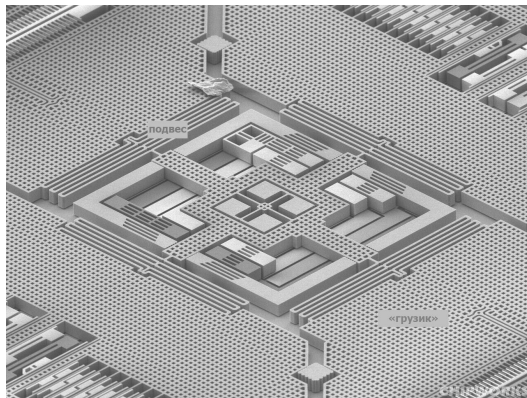
двигун



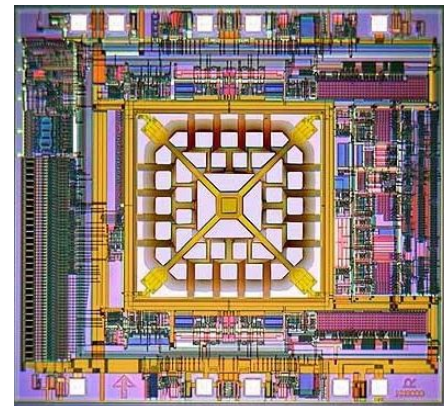
мікротурбіна



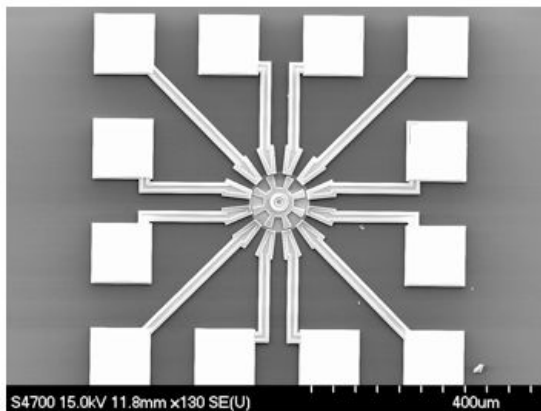
MEMS, давачі та актюатори



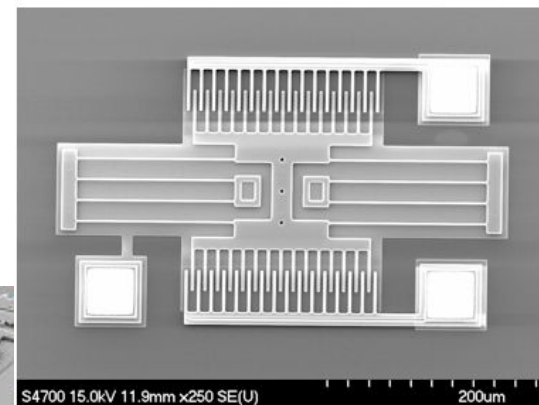
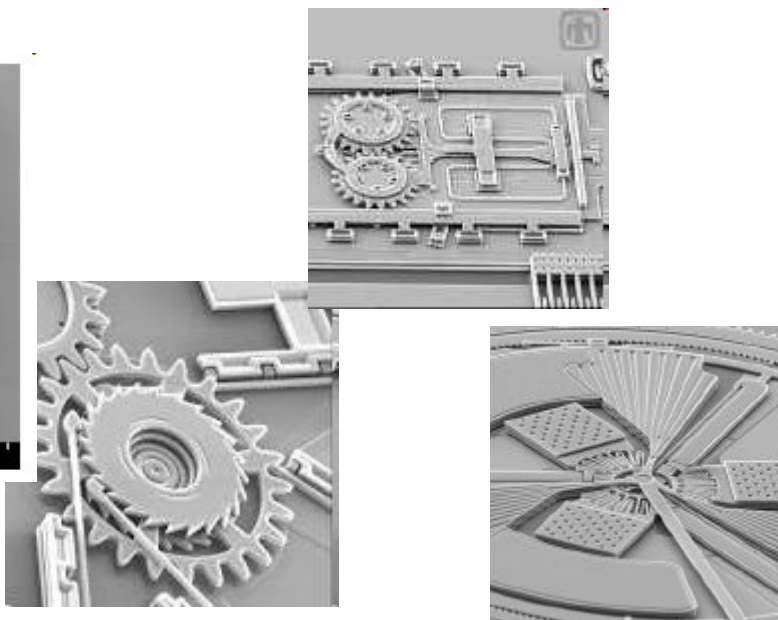
Гіроскопи



Акселерометр



Двигун

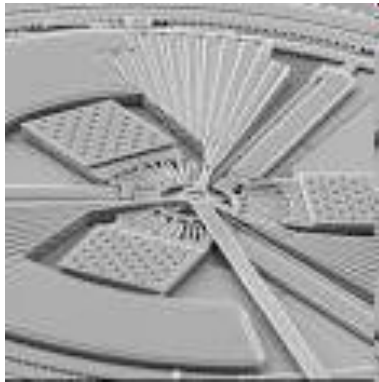


Мікрофон / динамік

Матриця мікродзеркал



Матриця мікродзеркал



Найбільш перспективні області діяльності

- Системи на кристалі
- Вбудовані процесори
- Системи в корпусі
- -----
- Вбудована пам'ять
- Нанотехнології

98% комп'ютерних мікросхем – елементи
ВКС

Еволюція поняття «(Вбудовані) комп'ютерні системи»

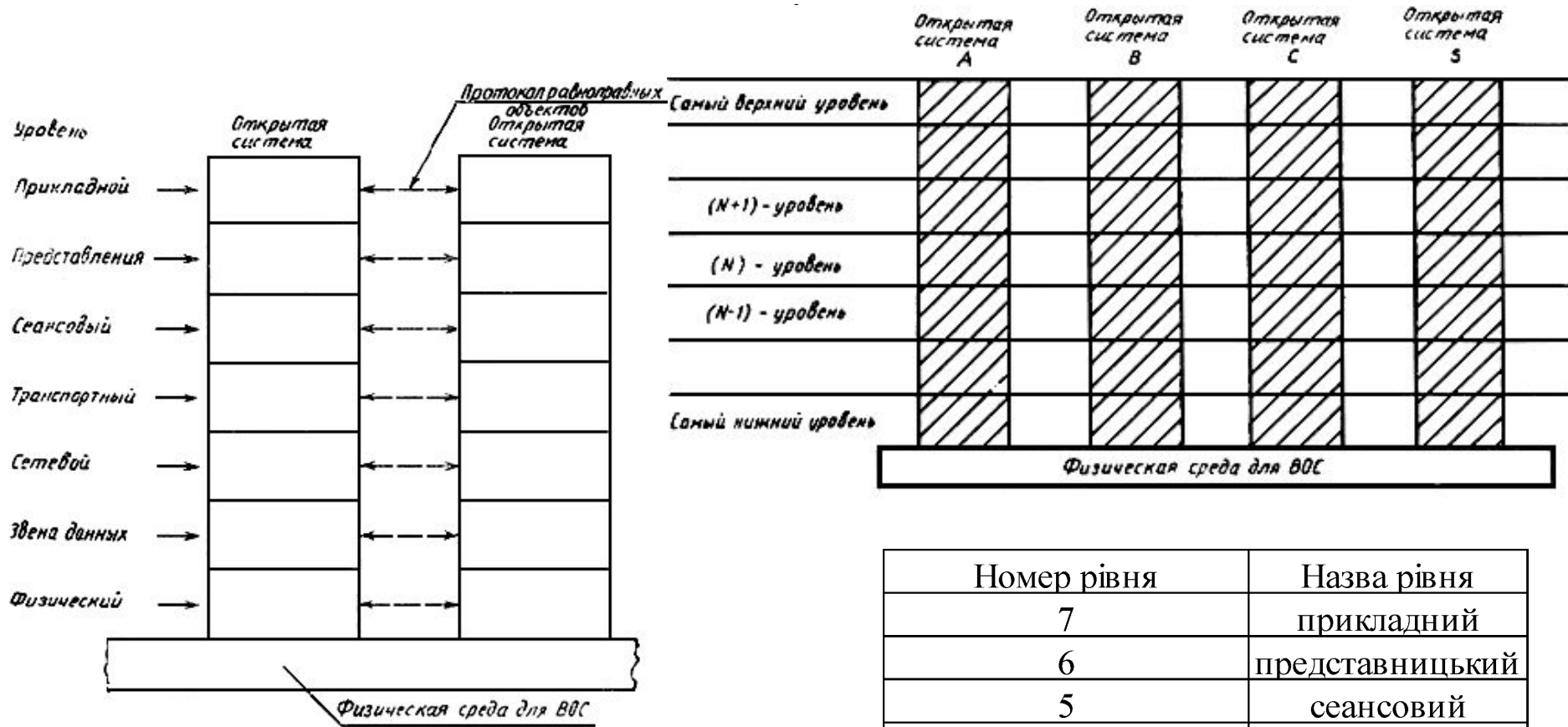
- Інформаційно-керуючі системи, керуючі обчислювальні комплекси (НВК), переважно централізовані системи віддалені від об'єкта управління, 60-і роки.
- Вбудовані обчислювальні системи (embedded systems), компактні обчислювальні системи вбудовані в об'єкт управління, кінець 70-х років.
- Розподілені вбудовані системи управління, контролерні мережі (networked embedded control systems) - NECS / PIUC, кінець 90-х років.
- - Кібер-фізичні системи (Cyber Physical Systems), 2000-і роки.

Кібер-фізичні системи

- кібер-фізичні системи – “розумні” системи, що охоплюють обчислювальні (тобто апаратне і програмне забезпечення) і ефективно інтегровані фізичні компоненти, які тісно взаємодіють між собою, щоб відчувати зміни стану реального світу
- кібер-фізичні системи утворюють основу для розвитку виробництва, зокрема в наступних сферах: смарт-виробництво («розумне» виробництво), смарт-охорона здоров'я, інфраструктура для «розумних» мереж, «розумні» будинки й інфраструктури, смарт-автомобілі, мобільні системи і системи оборони.

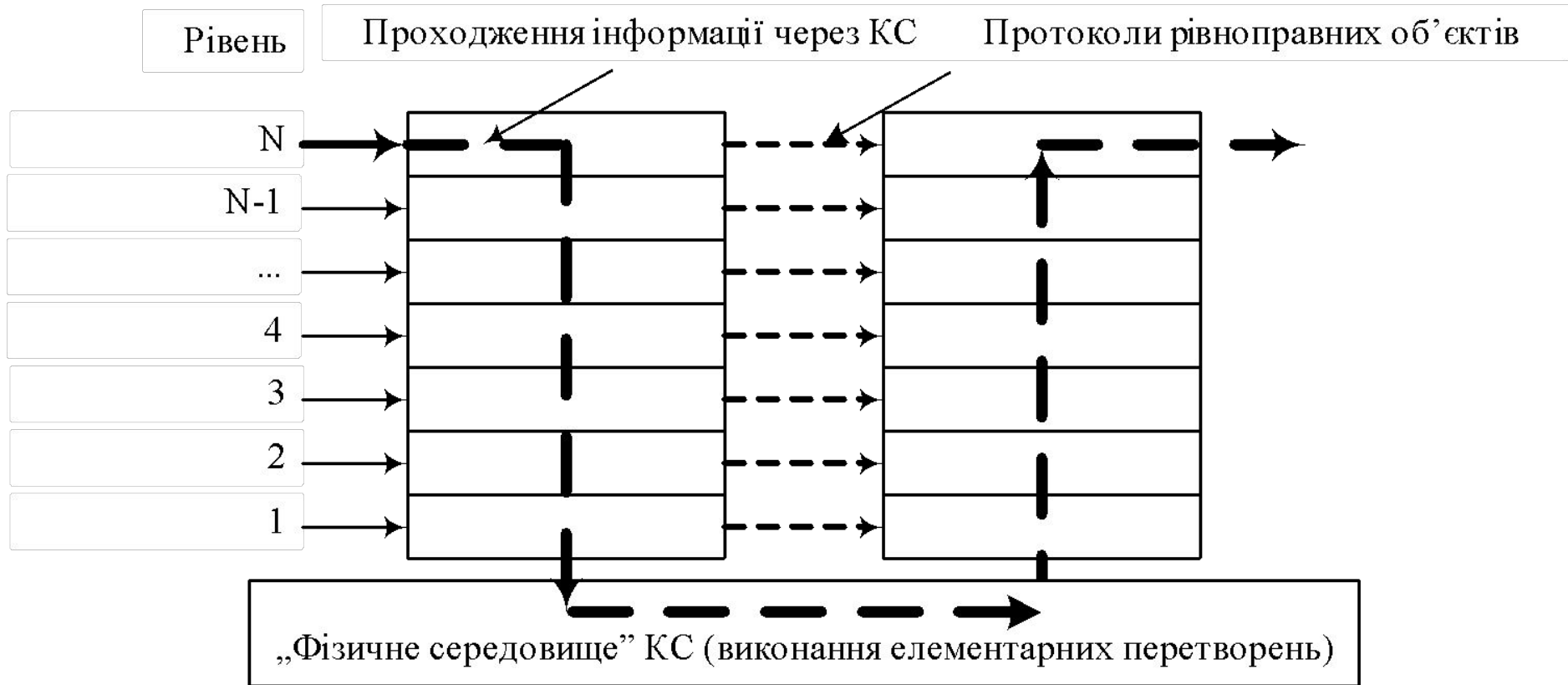
<http://internetofthings.ru/78-blog/33-spimes-kiber-fizicheskie-sistemy-i-promyshlennost-4-0>

Рівні еталонної моделі. Протоколи рівноправних об'



Номер рівня	Назва рівня
7	прикладний
6	представницький
5	сеансовий
4	транспортний
3	мережевий
2	каналний
1	фізичний

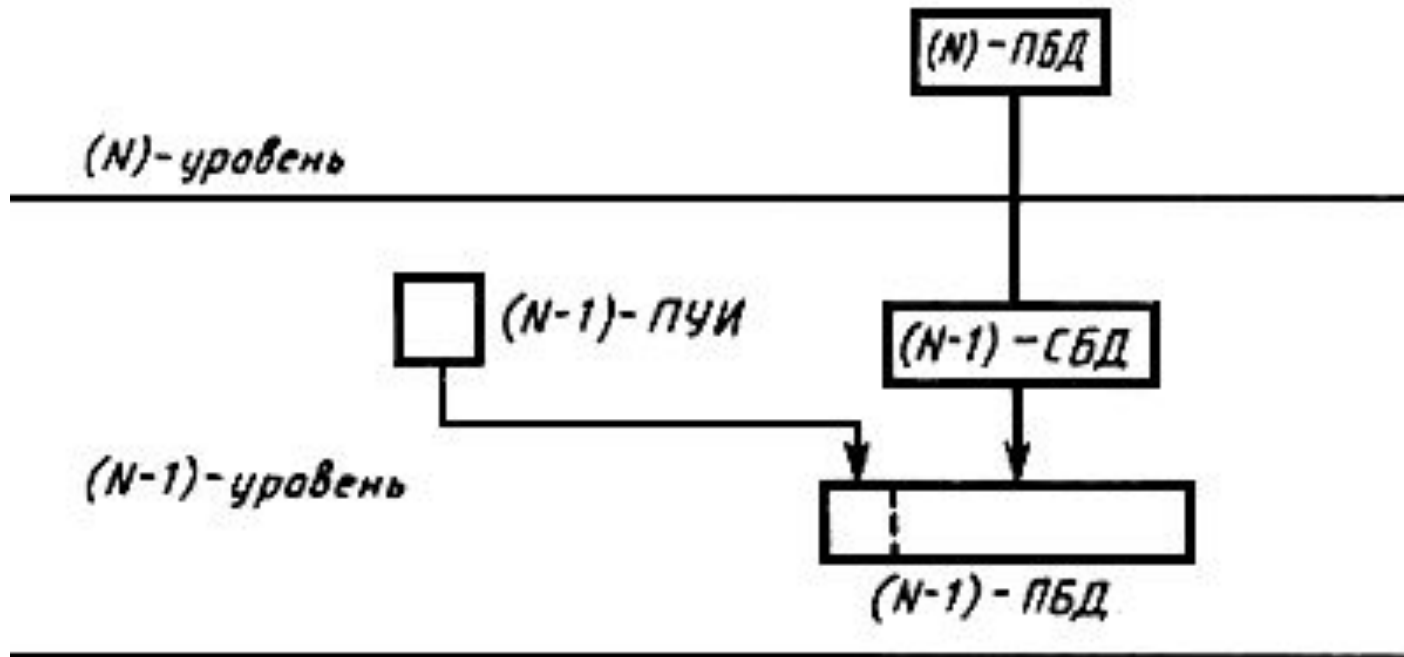
Багаторівнева модель взаємозв'язку відкритих систем



ДСТУ ISO/IEC 7498-1:2004. Інформаційні технології. Взаємозв'язок відкритих систем. Базова еталонна модель. Частина 1. Базова модель (ISO/IEC 7498-1:1994).

ДПКСМ, Глухов В.С. Дослідження та проектування 2016-201 комп'ютерних систем та мереж

Перетворення блоків даних у суміжних рівнях



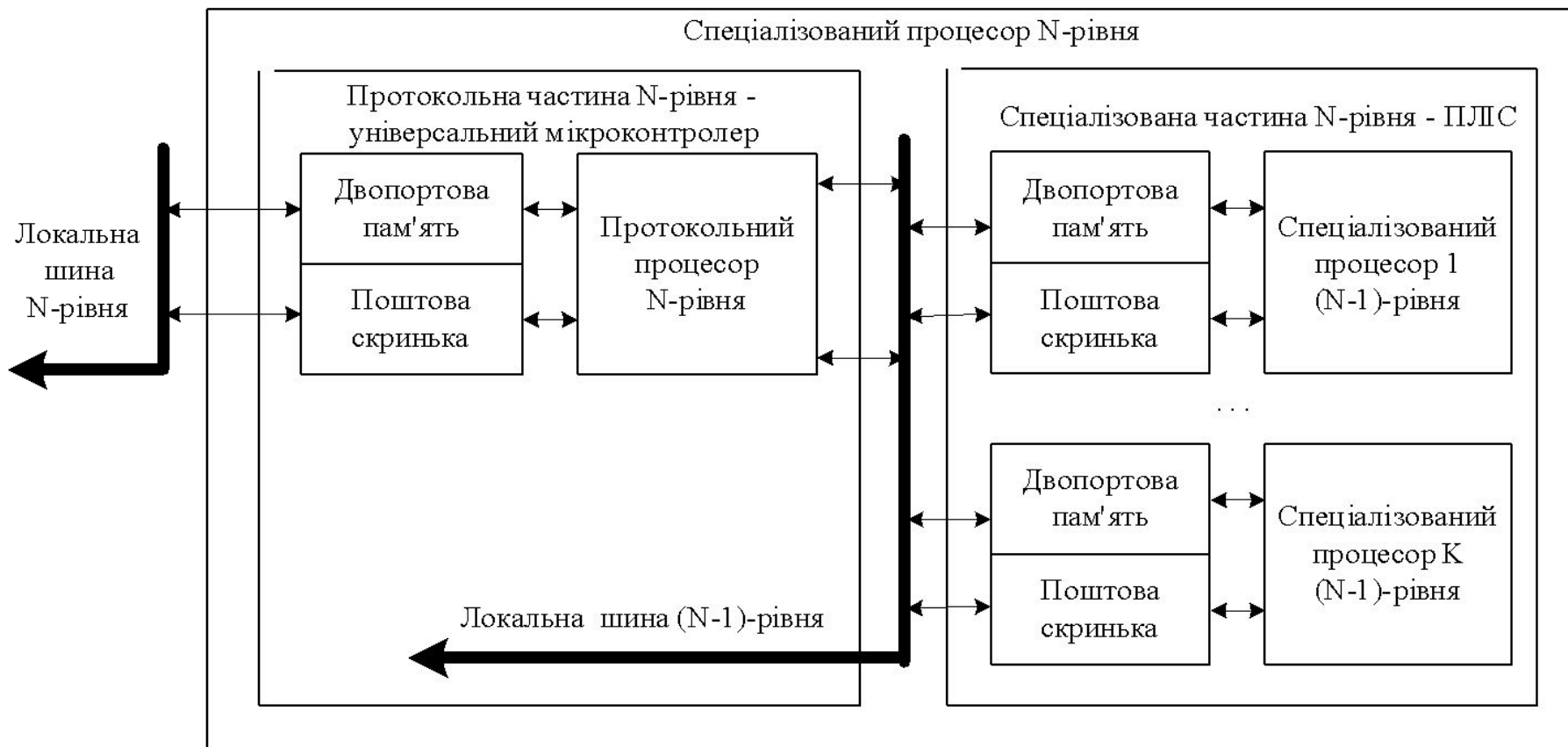
ПУИ - протокольна керуюча інформація;

ПБД - протокольний блок даних;

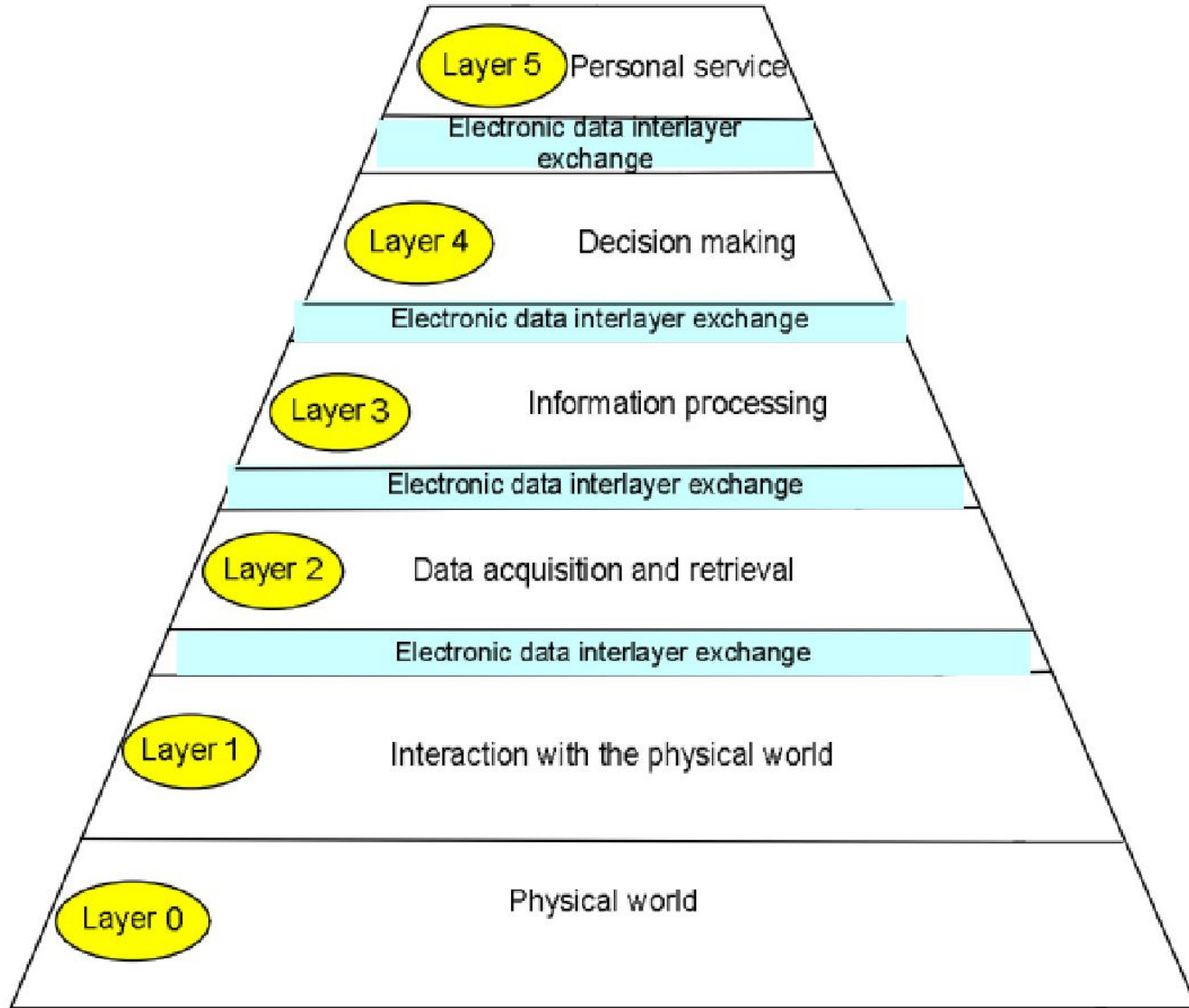
СБД - сервісний блок даних.

Проблема одночасного проектування апаратного і програмного забезпечення (Hardware-Software CoDesign).

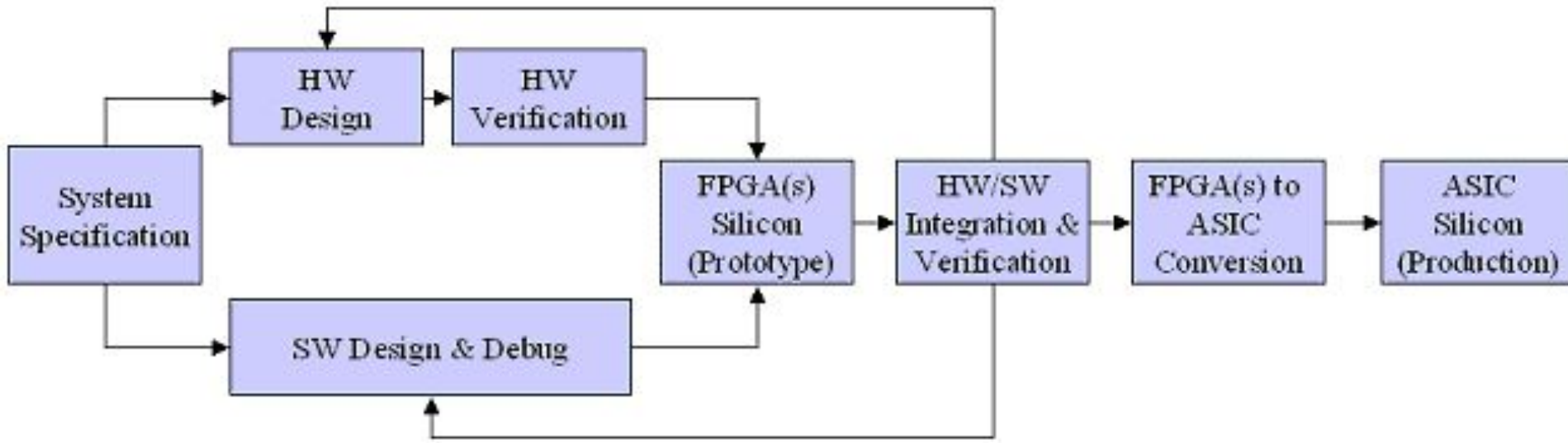
Варіант розв'язку – багаторівневі системи



Багаторівнева платформа КФС

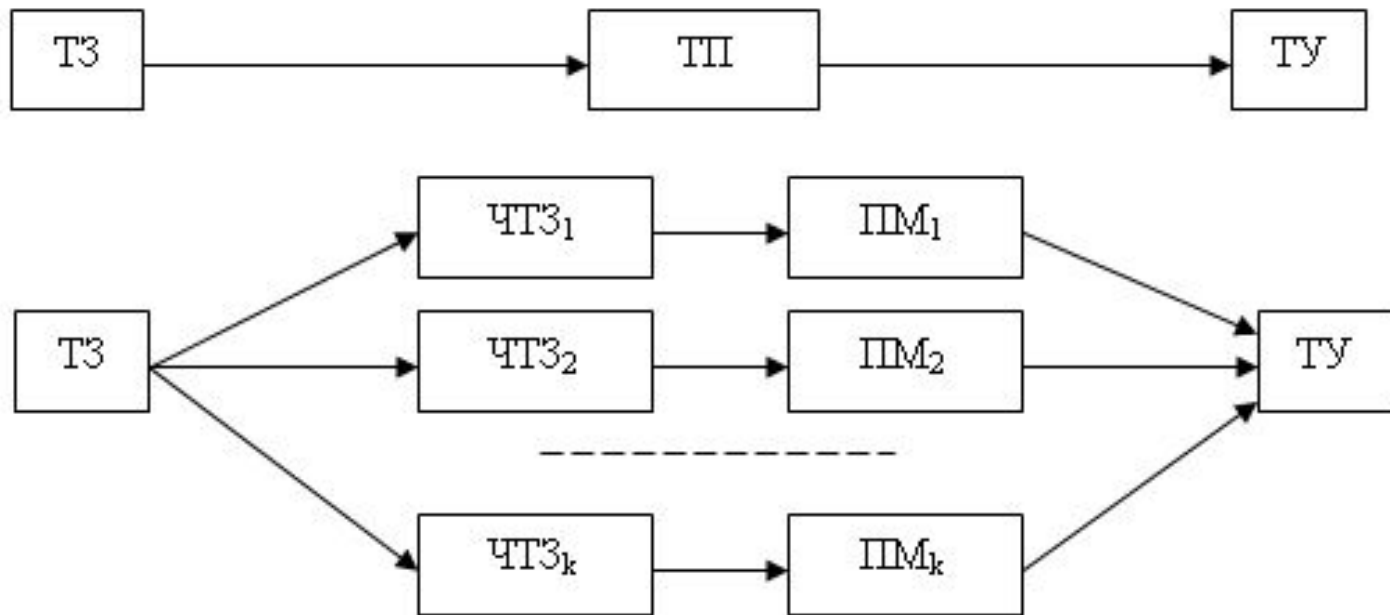


Одночасне проектування апаратного і програмного забезпеченні - HSCoD



Перехід від ПЛІС до *ASIC*

Основні документи при проведенні проектування, їхній зв'язок.



ДСТУ 1.3:2004 ПРАВИЛА ПОБУДОВИ, ВИКЛАДАННЯ, ОФОРМЛЕННЯ, ПОГОДЖЕННЯ, ПРИЙНЯТТЯ ТА ПОЗНАЧАННЯ ТЕХНІЧНИХ УМОВ

ГОСТ 2.106-68 Единая система конструкторской документации. Текстовые документы

ГОСТ 2.118-73 Единая система конструкторской документации. Техническое предложение

ГОСТ 19.201-78 Единая система программной документации. Техническое задание.

Требования к содержанию и оформлению

ГОСТ 34.602-89 Техническое задание на создание АС

ДПКСМ, Глухов В.С. Дослідження та проектування

2016-201 комп'ютерних систем та мереж

ДСТУ 1.3:2004 ПРАВИЛА ПОБУДОВИ, ВИКЛАДАННЯ, ОФОРМЛЕННЯ, ПОГОДЖЕННЯ, ПРИЙНЯТТЯ ТА ПОЗНАЧАННЯ ТЕХНІЧНИХ УМОВ

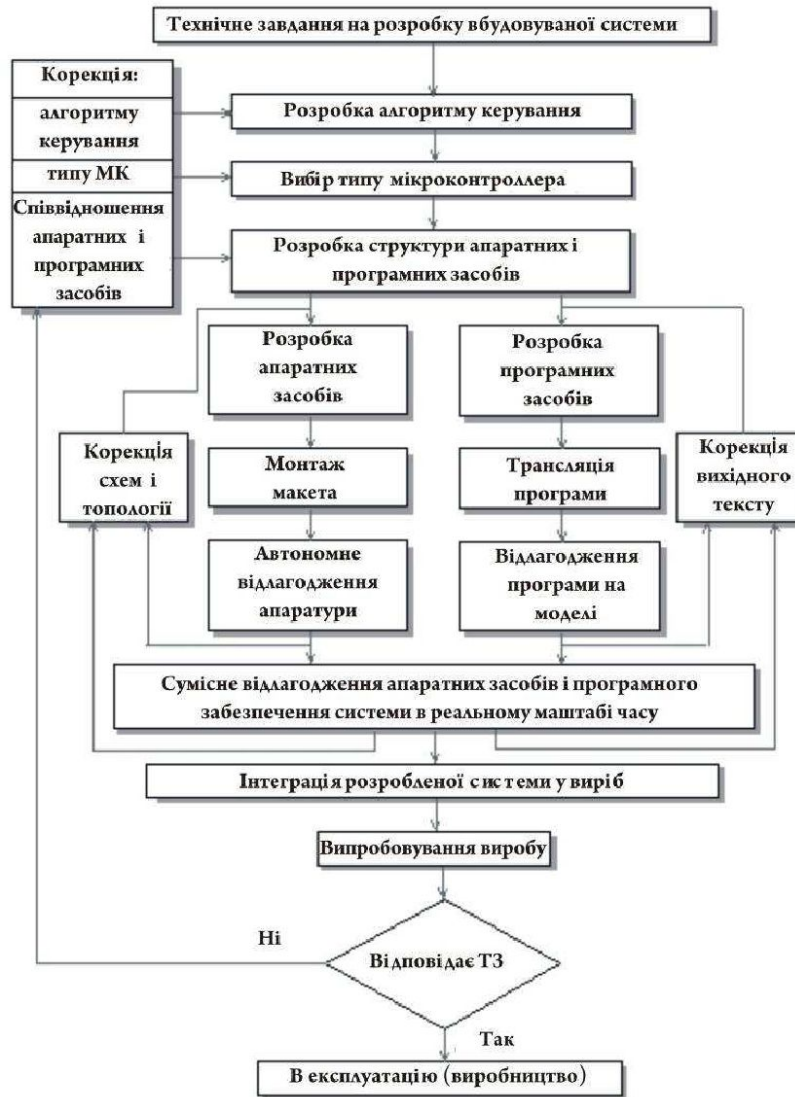
4 ПРАВИЛА ПОБУДОВИ, ВИКЛАДАННЯ ТА ОФОРМЛЕННЯ

4.1 В ТУ загалом мають бути такі розділи:

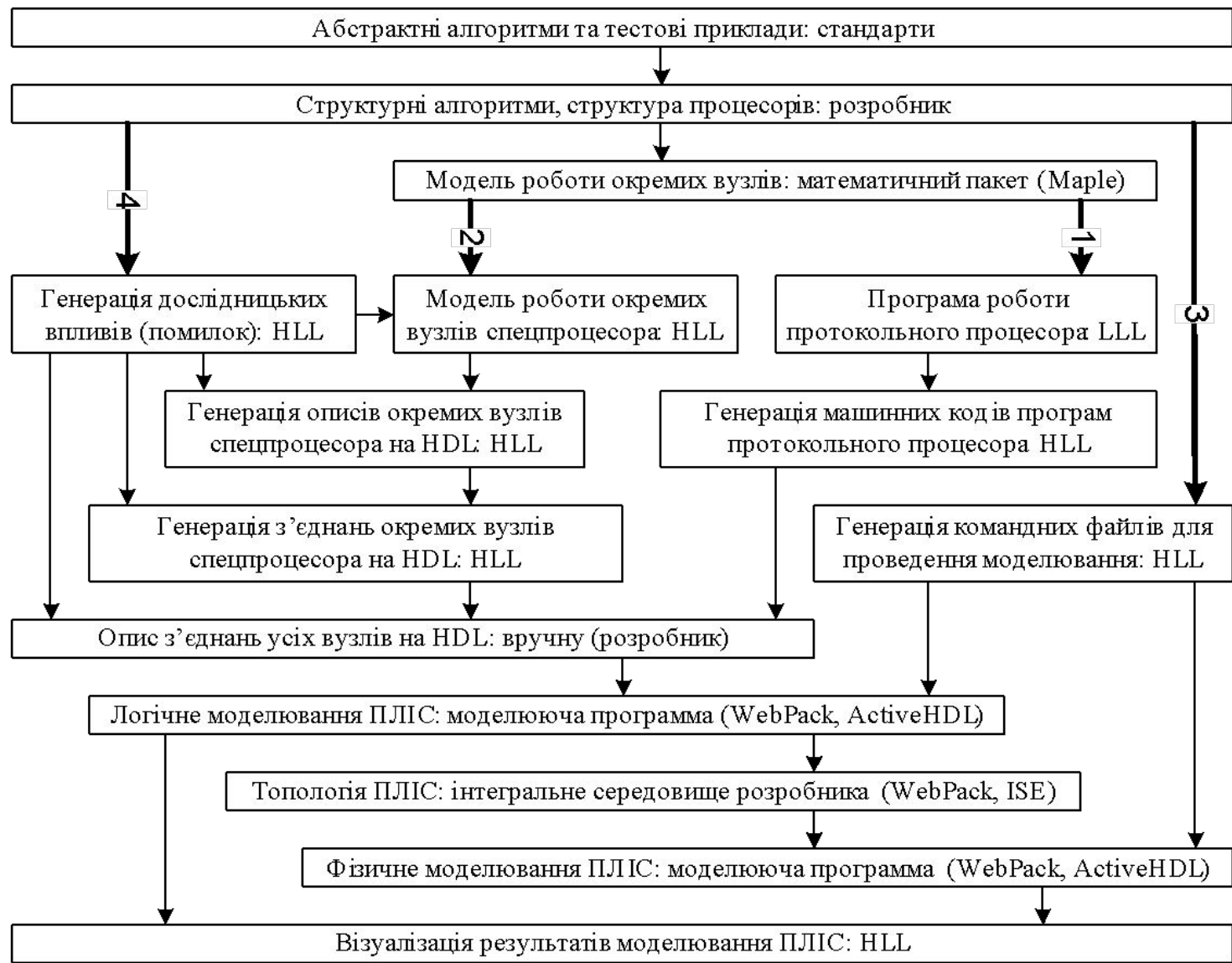
- сфера застосування;
- нормативні посилання;
- технічні вимоги (параметри й розміри, основні показники та характеристики, вимоги до сировини, матеріалів, покупних виробів, комплектність, маркування, пакування);
- вимоги безпеки;
- вимоги охорони довкілля, утилізація;
- правила приймання;
- методи контролювання (випробування, аналізу, вимірювання);
- транспортування та зберігання;
- правила експлуатації, ремонту, настанова щодо застосування тощо;
- гарантії виробника.

Залежно від специфіки виробництва та призначення продукції ТУ дозволено доповнювати іншими розділами та об'єднувати окремі розділи.

Основні етапи проектування КС



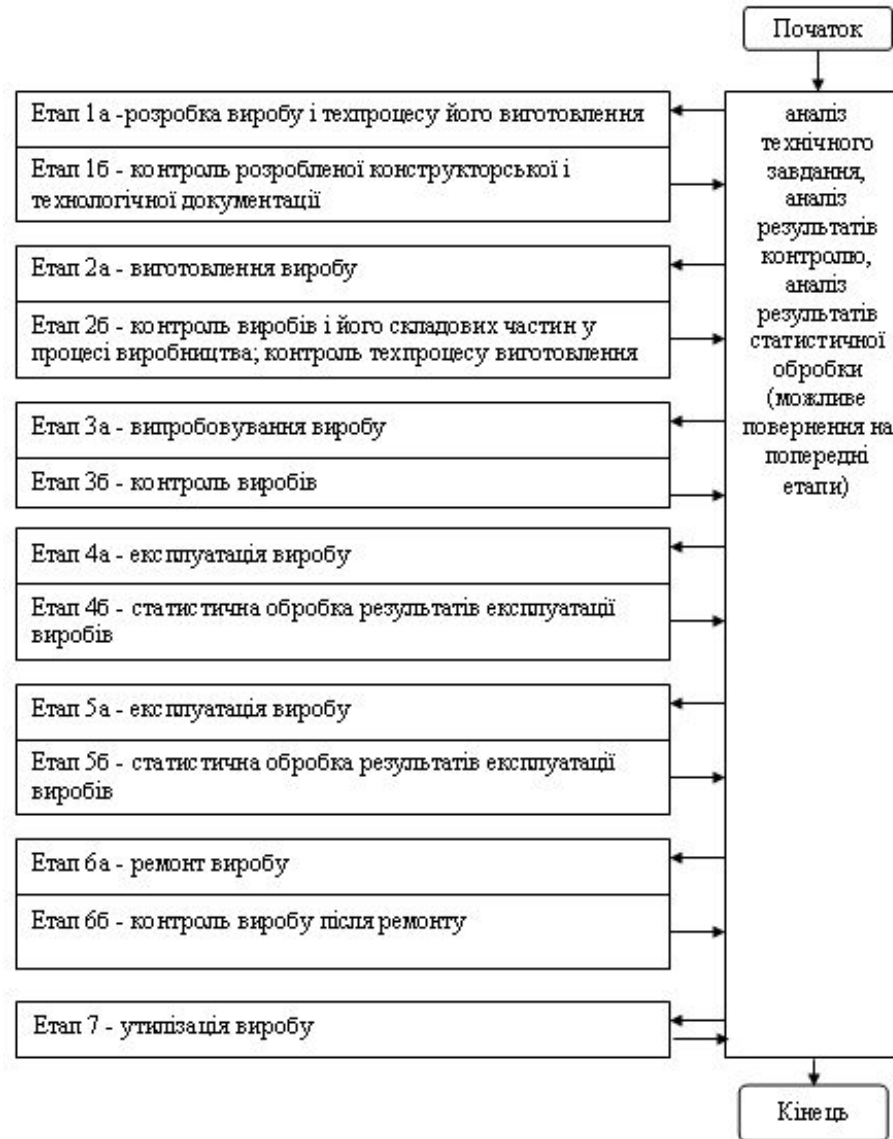
УДК 681.5.015
П.Б. Вовк, А.П. Усїчук
Луцький інститут
розвитку людини
Університету «Україна»
**ПРОБЛЕМИ
ПРОЕКТУВАННЯ
ВБУДОВАНИХ
СИСТЕМ**



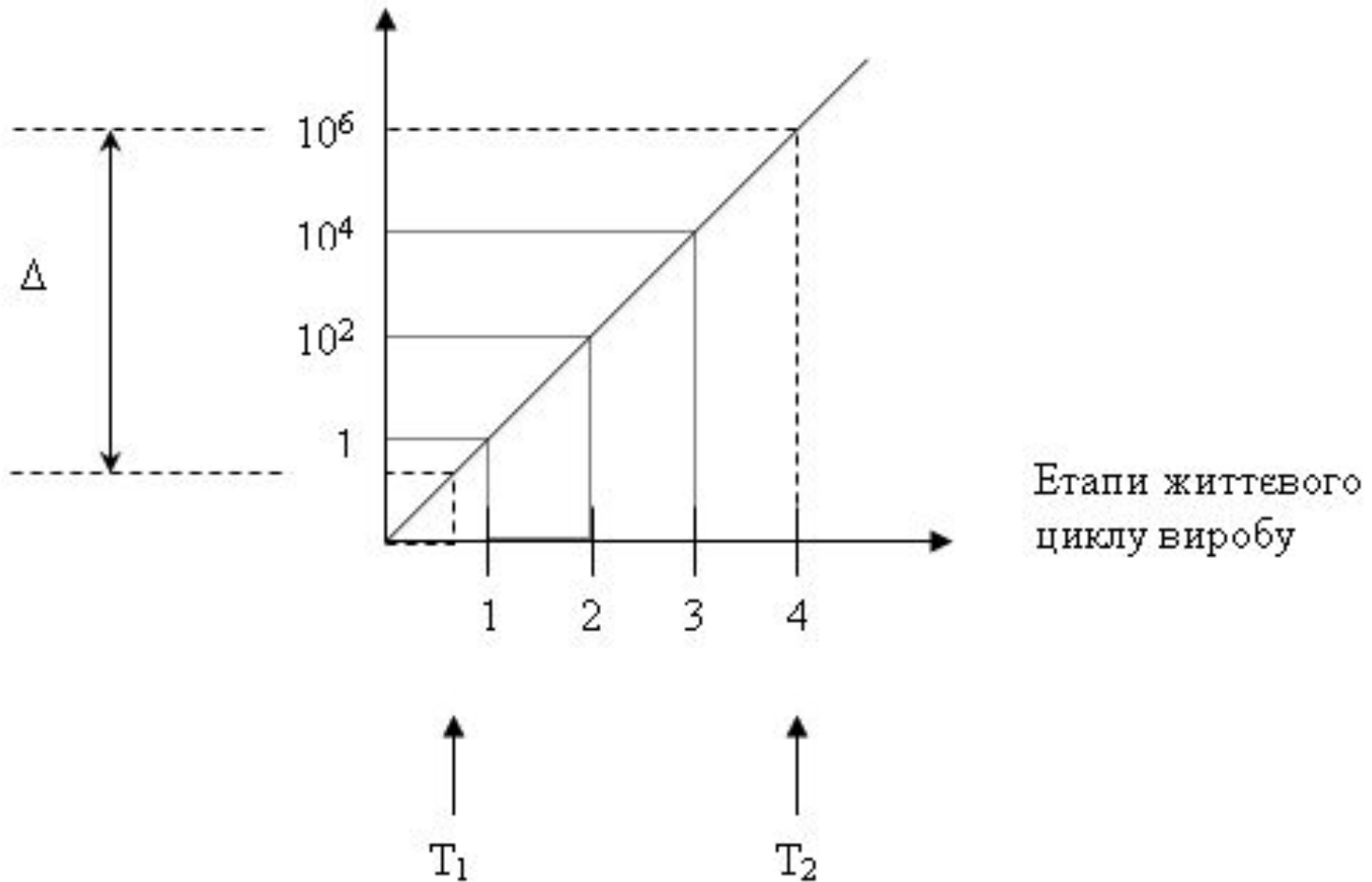
якість

- якість – це сукупність властивостей, що визначають здатність виробу задовільняти вимоги користувача (замовника)

Основні етапи життєвого циклу



Ціна помилки



Рівні стандартизації.

Стандарт	Позначення	Приоритет
Стандарти підприємства	СТП	0 (найнижчий)
Галузеві стандарти	ГСТ	1
Державні (національні) стандарти:		2
Державний стандарт України	ДСТУ	
Государственный стандарт (СРСР, до 1992 р.),	ГОСТ	
Міждержавний стандарт (СНД, з 1992 р.)		
Государственный стандарт (Росія, з 1992 р.)	ГОСТ Р	
Американська організація стандартизації	АSA	
Стандарти Німеччини	DIN	
Міжнародні стандарти:		3 (найвищий)
Міжнародна організація стандартизації	ISO	
Міжнародна електротехнічна комісія	IEC	
Міжнародний інститут інженерів електриків	IEEE	

ЕСКД та ЄСПД

Таблиця 1 – Классификационные группы стандартов ЕСКД

Шифр группы	Содержание стандарта в группе	Номер стандарта
0	Общие положения	ГОСТ 2.001–70 и последующие
1	Основные положения	ГОСТ 2.101–68 и последующие
2	Классификация и обозначение изделий в конструкторских документах	ГОСТ 2.201–80 и последующие
3	Общие правила выполнения чертежей	ГОСТ 2.301–68 и последующие
4	Правила выполнения чертежей изделий машиностроения и приборостроения	ГОСТ 2.401–68 и последующие
5	Правила обращения конструкторских документов (учет, хранение, дублирование, внесение изменений)	ГОСТ 2.501–88 и последующие
6	Правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации	ГОСТ 2.601–68 и последующие
7	Правила выполнения схем	ГОСТ 2.701–84 и последующие
8	Макетный метод проектирования и горная графическая документация	ГОСТ 2.801–74 и последующие
9	Прочие стандарты	–

Стандарты ЄСПД подразделяют на группы, приведенные в таблице.

Код группы	Наименование группы
0	Общие положения
1	Основополагающие стандарты
2	Правила выполнения документации разработки
3	Правила выполнения документации изготовления
4	Правила выполнения документации сопровождения
5	Правила выполнения эксплуатационной документации
6	Правила обращения программной документации
7	Резервные группы
8	
9	Прочие стандарты



проект Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України у зв'язку з прийняттям Закону України «Про стандартизацію».

- На засіданні Уряду 13 вересня 2017 року схвалено проект Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України у зв'язку з прийняттям Закону України «Про стандартизацію» (який Верховна Рада прийняла в лютому 2016 року.)
- Законопроектом передбачено внесення змін до 127 законодавчих актів (8 кодексів та 119 законів) та пропонується виключити положення стосовно:
 - – обов'язковості застосування **національних** стандартів;
 - – погодження проектів національних стандартів з державними органами;
 - – нормативно-правового регулювання відносин, пов'язаних із розробленням стандартів і технічних умов підприємств, установ та організацій;
 - нагляду за дотриманням стандартів та штрафних санкцій за недотримання вимог стандартів.
- Законопроект подано Кабінетом Міністрів України в порядку законодавчої ініціативи для розгляду Верховною Радою України.
- <http://www.me.gov.ua/News/Detail?lang=uk-UA&id=4d318e65-dbc7-4363-9918-d855eb489815&title=KabminDoopratsiuvavZakonodavstvoSchodoVikoristanniaStandardiv>

Стадії розробки (ГОСТ 2.103-68

Единая система конструкторской документации. Стадии разработки)

Стадії розробки	Етапи виконання робіт
Технічні пропозиції	Підбір матеріалів
	Розробка ТП з присвоєнням документам літери "Т".
	Розгляд і затвердження ТП.
Ескізний проект	Розробка ЕП з присвоєнням документам літери "Е".
	Виготовлення і випробовування макетів (при необхідності).
	Розгляд і затвердження ЕП.
Технічний проект	Розробка ТП з присвоєнням документам літери "Т".
	Виготовлення і випробовування макетів (при необхідності).
	Розгляд і затвердження ТП.
Робоча конструкторськ документація:	Розробка конструкторської документації (КД), призначеної для виготовлення і випробовувань дослідного взірця (дослідної партії) без присвоєння літери.
а) дослідного взірця (дослідної партії) виробу;	Виготовлення і попередні випробовування дослідного взірця (дослідної партії).
	Корекція КД за результатами виготовлення і попередніх випробовувань дослідного взірця (дослідної партії) з присвоєнням літери "О".
	Приймальні випробовування дослідного взірця (дослідної партії).
	Корекція КД за результатами приймальних випробовувань дослідного взірця (дослідної партії) з присвоєнням літери "О ₁ ".
б) серійного (масового) виробництва	Виготовлення і виробовування установочної серії за документацією з літерою "О ₁ ".
	Корекція КД за результатами виготовлення і випробовувань установочної серії, а також за результатами оснащення технологічного процесу виготовлення виробу, з присвоєнням КД літери "А".

Класифікація досліджень (випробувань) ГОСТ 16504-81 ИСПЫТАНИЯ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ.

Основные термины и определения

- **за призначенням** - дослідницькі, порівняльні, контрольні та визначальні;
- **за рівнем проведення випробування** - державні, міжвідомчі та відомчі;
- **за етапом розробки продукції** - доведінкові, попередні та приймальні;
- **за видом контролю готової продукції** - кваліфікаційні, пред'явницькі, приймально-здавальні, періодичні, інспекційні, типові, атестаційні та сертифікаційні;
- **за умовами і місцем проведення** - лабораторні, стендові, полігонні, натурні, з використанням моделей та експлуатаційні;
- **за тривалістю** - нормальні, прискорені та скорочені;
- **за видом впливу** - механічні, кліматичні, термічні, радіаційні, електричні, електромагнітні, магнітні, хімічні та біологічні;
- **за результатом впливу** - неруйнівні, що руйнують, на стійкість, на міцність і на стійкість;
- **за характеристикам об'єкта, що визначаються** - функціональні, на надійність, граничні, технологічні, на транспортабельність.

за призначенням - дослідницькі, порівняльні, контрольні та визначальні

- **дослідницькі** випробування - проводяться для вивчення певних характеристик властивостей об'єкта
- **порівняльні** - випробування аналогічних за характеристиками або однакових об'єктів, що проводяться в ідентичних умовах для порівняння характеристик їх властивостей
- **контроль** - перевірка відповідності об'єкта встановленим технічним вимогам
- **визначальні** - випробування, що проводяться для визначення значення характеристик об'єкта з заданими значеннями показників точності і (або) достовірності

за рівнем проведення випробування - державні, міжвідомчі та відомчі

- **Державні** - випробування встановлених найважливіших видів продукції, що проводяться головною організацією по державних випробуваннях, або приймальні випробування, що проводяться державною комісією або випробувальної організацією, якій надано право їх проведення
- **Міжвідомчі** - випробування продукції, що проводяться комісією з представників кількох зацікавлених міністерств і (або) відомств, або приймальні випробування встановлених видів продукції для приймання складових частин об'єкта, що розробляється спільно декількома відомствами
- **Відомчі** - випробування, проведені комісією з представників зацікавленої міністерства або відомства

за етапом розробки продукції - доведінкові, попередні та приймальні;

- **Доведінкові** - Дослідницькі випробування, що проводяться при розробці продукції з метою оцінки впливу внесених до неї **змін** для досягнення заданих значень показників її якості
- **Попередні** - контрольні випробування дослідних зразків і (або) дослідних партій продукції з метою визначення **можливості їх пред'явлення** на приймальні випробування
- **Приймальні** - Контрольні випробування **дослідних** зразків, дослідних партій продукції чи виробів одиничного виробництва, що проводяться відповідно з метою вирішення питання про доцільність **впровадження** цієї продукції у виробництво та (або) **використання** за призначенням

за видом контролю готової продукції - кваліфікаційні, пред'явницькі, приймально-здавальні, періодичні, інспекційні, типові, атестаційні та сертифікаційні;

- **Кваліфікаційні** - контрольні випробування установчої **серії** або **першої** промислової партії, проведені з метою оцінки готовності підприємства до випуску продукції даного типу в заданому обсязі
- **пред'явницькі** - контрольні випробування продукції, що проводяться службою технічного контролю підприємства-виробника **перед пред'явленням її для приймання представником замовника**, споживача або інших органів приймання
- **приймально-здавальні** - контрольні випробування продукції при **приймальному** контролі
- **Періодичні** - Контрольні випробування виготовлюваної продукції, що проводяться в обсягах та в терміни, встановлені нормативно-технічною документацією, з метою контролю **стабільності** якості продукції та можливості **продовження** її виготовлення
- **Інспекційні** - Контрольні випробування встановлених видів своєї продукції, що проводяться у **вибірковому** порядку з метою контролю **стабільності** якості продукції спеціально уповноваженими організаціями
- **Типові** - Контрольні випробування виготовлюваної продукції, що проводяться з метою оцінки ефективності та доцільності **змін**, що вносяться в конструкцію, рецептуру або технологічний процес
- **Атестаційні** - Випробування, що проводяться для оцінки рівня якості продукції при її атестації **за категоріями якості**
- **Сертифікаційні** - Контрольні випробування продукції, що проводяться з метою встановлення відповідності характеристик її властивостей **національним і (або) міжнародним** нормативно технічним документам

- **за умовами і місцем проведення** - лабораторні, стендові, полігонні, натурні, з використанням моделей та експлуатаційні;
- **за тривалістю** - нормальні, прискорені та скорочені;
- **за видом впливу** - механічні, кліматичні, термічні, радіаційні, електричні, електромагнітні, магнітні, хімічні та біологічні;
- **за результатом впливу** - неруйнівні, що руйнують, на стійкість, на міцність і на стійкість;
- **за характеристикам об'єкта, що визначаються** - функціональні, на надійність, граничні, технологічні, на транспортабельність.

Класифікація апаратури за умовами експлуатації



Зовнішні фактори, що діють на КС

ФАКТОРЫ ВНЕШНЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

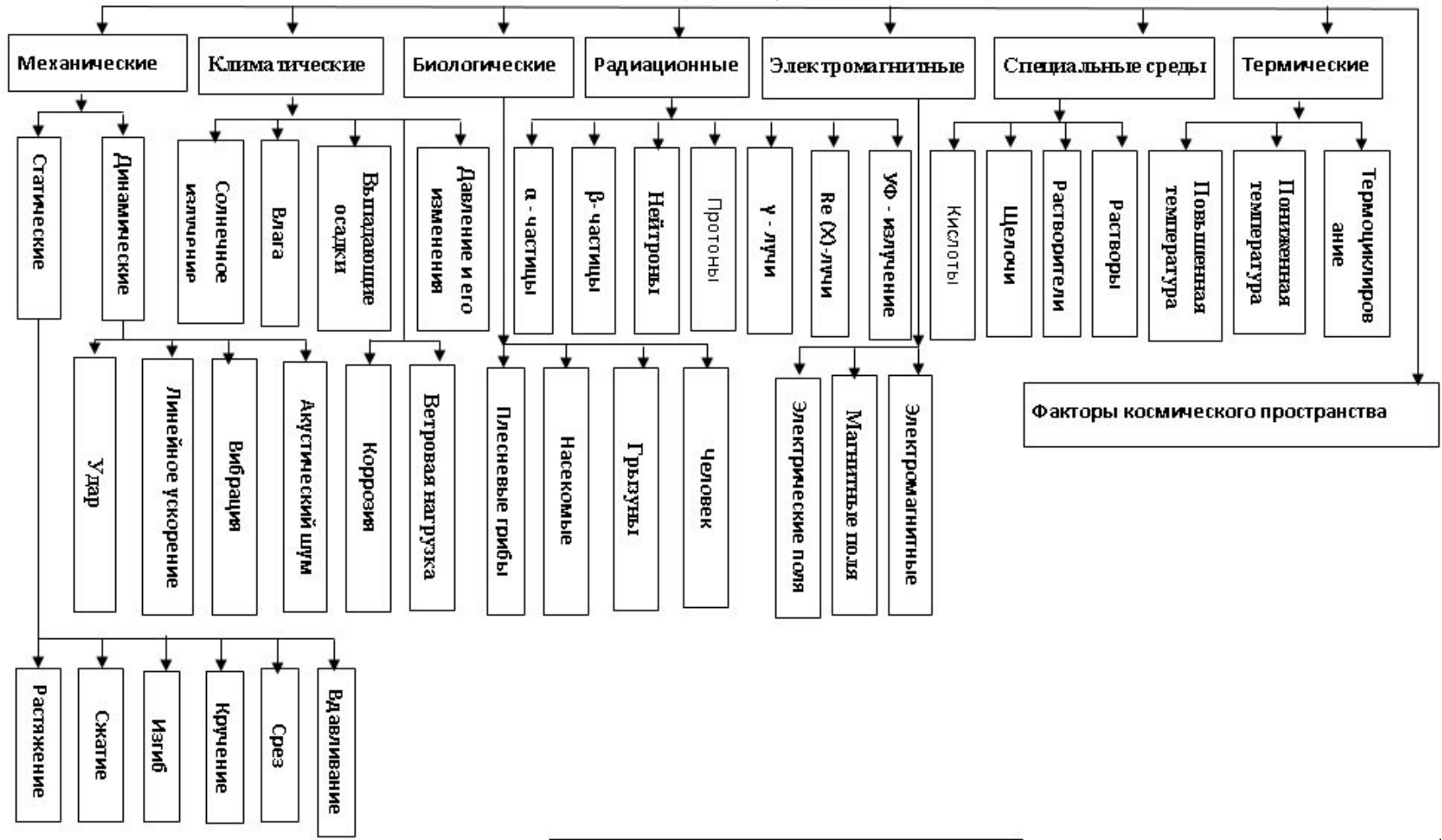


Рисунок 1. Классификаций факторов внешнего воздействия.

Класи зовнішніх впливаючих факторів

- механічні,
- кліматичні,
- біологічні,
- радіаційні,
- електромагнітні,
- спеціальних середовищ,
- термічні.

клас кліматичних впливів ділиться на групи:

- атмосферний тиск,
- температура середовища.
- вологість повітря або інших газів і т. д.

Групи в свою чергу поділяються на такі види:

атмосферний підвищений або знижений тиск,
зміна атмосферного тиску або його перепад,
підвищена і, відповідно, знижена температура
середовища
зміна температури середовища і т. д.

Кліматичні фактори, що впливають на групи РЕА

зовнішні чинники		Група РЕА							
		1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Кліматичні</i>									
Знижена температура, °С.									
Гранична	1 ступінь	-40	-40	-40	-40	-40	5	-40	-60
	2 ступінь	-50	-50	-50	-50	-50	5	-50	-60
Робоча	1 ступінь	5	-10	-25	-10	-25	5	-10	-40
	2 ступінь	5	-25	-40	-10	-40	5	-25	-50
Підвищена температура, °С.									
гранична		55	60	60	60	60	50	60	75
робоча		40	50	50	50	50	40	50	60
Відносна вологість, % при температурі, °С.									
1 ступінь		86	93	93	93	93	80	93	98
2 ступінь		25	25	25	25	25	25	25	25
час витримки, г.		25	40	40	40	40	40	40	25
		48	72	72	72	72	36	72	48
Інтенсивність дощу, мм/хв									
час витримки, г.		—	3	3	3	3	-	3	3
		—	0,33	0,33	0,33	0,33	-	0,33	0,33
Знижений тиск, кПа									
час витримки, г.		61	61	61	61	61	61	61	61
		2...6	2...6	2...6	2...6	2...6	2...6	2...6	2...6
Потік пилу:									
швидкість потоку, м/с.		—	10	10	—	10	-	10	—
час витримки, г.		—	1	1	—	1	-	1	—
Морський туман:									
температура, °С.		27	27	27	27	27	-	27	27
вміст води, г/м ³		2...3	2...3	2...3	2...3	2...3	-	2...3	2...3
час витримки, г.		24	48	48	48	48	-	48	48

нормальні значення кліматичних факторів навколишнього середовища при випробуваннях виробів (нормальні кліматичні умови випробувань) за ГОСТ 15150-69:

- температура — $+25 \pm 10$ °С;
- відносна вологість повітря — 45 — 80%;
- атмосферний тиск — 84,0 — 106,7 кПа (630—800 мм рт. ст.);
- якщо в стандартах на окремі групи виробів не прийнято інших меж, обумовлених специфікою виробу.
- Робочі умови експлуатації — сукупність факторів, межі яких нормують (регламентують, гарантують) характеристики показників якості виробів, зазначених у технічних умовах та іншій технічній документації.
- Граничні умови експлуатації характеризують екстремальні значення факторів, за яких вироби витримують навантаження без руйнування й погіршення якості.

Стійкість та міцність

(робочі та граничні параметри (збереження))

- випробування на **стійкість** — випробування, що проводяться для контролю здатності виробу виконувати свої функції та зберігати значення параметрів у межах установлених норм під час дії на нього певних чинників;
- випробування на **міцність** — випробування, що проводяться для визначення значень впливових чинників, які викликають вихід значень характеристик властивостей об'єкта за встановлені границі чи його руйнування.

температурні діапазони

- $0 \dots 55^{\circ}\text{C}$ — побутовий
- $-20 \dots +75^{\circ}\text{C}$ — розширений
(промисловий)
- $-40 \dots +85^{\circ}\text{C}$ — військовий
- $-55 \dots +110^{\circ}\text{C}$ — аерокосмічний

За кліматичною зоною

Кліматичне виконання виробів	Позначення		
	Буквенні		Цифрові
	Українські	Латинські	
Вироби, призначені для експлуатації на суші, ріках, озерах			
Для макрокліматичного району з помірним кліматом	У	(N)	0
Для макрокліматичного району з помірним і холодним кліматом	УХЛ	(NF)	1
Для макрокліматичного району з вологим тропічним кліматом	ТВ	(TH)	2
Для макрокліматичного району з сухим тропічним кліматом	ТС	(TA)	3
Для макрокліматичного району як з сухим так і з вологим тропічним кліматом	Т	(T)	4
Для всіх макрокліматичних районів, крім макрокліматичного району з дуже холодним кліматом	О	(U)	5
Вироби, призначені для експлуатації в макрокліматичних районах з морським кліматом			
Для мікрокліматичних районів з помірно-холодним морським кліматом	М	(M)	6
Для мікрокліматичних районів з тропічним морським кліматом	ТМ	(MT)	7
Для мікрокліматичних районів як з помірно-холодним так і тропічним морським кліматом	ОМ	(MU)	8
Вироби, призначені для експлуатації у всіх макрокліматичних районах на суші і на морі	В	(W)	9

Виконання виробів	Категорія виробів	Значення температури повітря при експлуатації, °С			
		Робоче		Гранично робоче	
		Верхнє	Нижнє	Верхнє	Нижнє
У, ТУ	1; 1.1; 2				
	2.1; 3	+40	-45	+45	-50
	3.1	+40	-10	+45	-10
	5.1; 5	+35	-5	+35	-5
ХЛ	1; 1.1; 2				
	2.1; 3	+40	-60	+45	-70
	3.1	+40	-10	+45	-10
	5.1; 5	+35	-10	+35	-10
УХЛ	1; 1.1; 2				
	2.1; 3	+40	-60	+45	-70
	3.1	+40	-10	+45	-10
	4	+35	+1	+40	+1
	4.1	+25	+10	+40	+1
	4.2	+35	+10	+40	+1
	5; 5.1	+35	-10	+35	-10
ТВ	1; 1.1; 2; 2.1				
	3; 3.1	+40	+1	+45	+1
	4	+40	+1	+45	+1
	4.1	+25	+10	+40	+1
	4.2	+45	+10	+45	+10
	5; 5.1	+35	+1	+25	+1
Т, ТС	1; 1.1; 2; 2.1				
	3; 3.1	+50	-10	+60	-10
	4	+45	+1	+55	+1
	4.1	+25	+10	+40	+1
	4.2	+45	+10	+45	+10
	5; 5.1	+35	+1	+35	+1

Механічні фактори, що впливають на групи РЕА

<i>Механічні</i>								
Вібрація на одній частоті:								
частота, Гц	20	20	20	20	20	20	20	20
прискорення, g	2	2	2	2	2	2	2	2
время выдержки, ч.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Вібрація в діапазоні частот:								
частота, Гц, от 1 до	—	—	200	200	300	—	—	2500
прискорення, g	—	—	10	5	2	—	—	1..13
время выдержки, ч.	—	—	12	4	12	—	—	12
Поодинокі удари:								
тривалість, мс, от 15 до	—	—	75	500	40	—	—	150
число ударів в 1 хв	—	—	15	15	15	—	—	15
загальне число ударів	—	—	60	60	60	—	—	60
Удари багатократні:								
тривалість, мс	—	—	5-10	5-15	5-15	—	—	2-10
число ударів в 1 хв	—	—	40-80	40-80	40-80	—	—	40-80
прискорення, g	—	—	15	15	25	—	—	5-15
загальне число ударів	—	—	12000	12000	12000	—	—	6000
Лінійне перевантаження, g	—	—	—	—	—	—	—	10-80

Зміна вимог до РЕА

Вплив	Рівень вимог			
	1980	1995 р.	2000	2005
Вібрації:				
частота, Гц	5 ... 60	5 ... 1000	5 ... 2500	5 ... 5000
прискорення, g	7,5	10	15	40
Лінійне прискорення, g	25	75	150	500
Поодинокі удари, g	75	150	500	1000
Багаторазові удари, g	40	75	150	150
Акустичні шуми, дБ	-	-	-	165

фактори зовнішнього впливу космічного простору в районі Землі або аналогічного космічного

- вакуум;
- власної зовнішньої атмосфери космічного апарату;
- атмосфери планети (склад і температура атмосфери);
- потоків нейтральних частинок в залежності від їх складу і швидкості;
- потоків заряджених частинок, що генеруються в атмосфері планети;
- «Сонячного вітру»;
- сонячного космічного випромінювання;
- електромагнітного випромінювання Сонця (звичайно весь спектр його електромагнітних випромінювань випромінювань розбивають на ряд ділянок);
- відбитого планетою Сонячного випромінювання;
- власного теплового випромінювання планети (побічно цей фактор характеризує температуру ґрунту планети і ступінь його чорноти);
- Галактичних космічних випромінювань;
- потоків міжпланетного пилу і метеорних частинок;
- магнітного поля планети;
- і т. д.

Вплив зовнішніх і внутрішніх факторів на матеріали виробів

- адсорбційного,
- дифузійного,
- хмічного,
- корозійної та
- радіаційного механізмів впливу.

Найбільш часто на виробі впливають такі види енергії:

- теплова,
- електрична,
- електромагнітна,
- механічна і
- хімічна.

Найбільш поширені причини виникнення відмов:

- теплове руйнування (втрата теплової стійкості, перегорання, розплавлення і т. д.),
- деформація і механічне руйнування, включаючи порушення контактів, обриви і короткі замикання, порушення механічних фіксацій і т. д.,
- електричне руйнування (пробою, порушення електричної міцності і т. д.),
- електрохімічна корозія,
- радіаційне руйнування,
- зношування виробів,
- забруднення поверхонь деталей та виробів (порушення контактів, зміна фотометричних характеристик, погіршення зорового сприйняття інформації і т. д.)

Відмови апаратури військового призначення та матеріалів при різних умовах

Найменування елемента	Температура і вологість	Пил	Вологість	Радіація	Морський туман	Висока температура	Низька температура
Радіоелектронна і електрична апаратура	17	3	10	1	-	14	14
Мастила, палива та інших рідин	-	1	-	-	-	8	4
Метали	10	-	9	-	26	8	5
Оптичні прилади і фотоапаратура	5	1	3	-	-	-	-
Упаковка та зберігання	9	-	9	-	-	-	-
Тканини	14	-	5	11	-	3	-
Дерево і папір	12	1	4	-	-	2	-
Разом	67	6	40	12	26	35	23

ДСТУ ІЕС 60068-2-2:2013 Випробування на дію зовнішніх чинників. Випробування. Випробування В: Сухе тепло

• 6.5.2 Температура

- +1000 °C; +250 °C; +85 °C; +45 °C;
- +800 °C; +200 °C; +70 °C; +40 °C;
- +630 °C; +175 °C; +65 °C; +35 °C;
- +500 °C; +155 °C; +60 °C; +30 °C.
- +400 °C; +125 °C; +55 °C;
- +315 °C; +100 °C; +50 °C;

ДСТУ ІЕС 60068-2-2:2013 Випробування на дію зовнішніх чинників. Випробування. Випробування В: Сухе тепло

- **6.5.3 Длительность**

- 2 ч; 72 ч; 168 ч; 336 ч;
- 16 ч; 96 ч; 240 ч; 1000 ч.

ДСТУ ІЕС 60068-2-2:2013 Випробування на дію зовнішніх чинників. Випробування. Випробування А: Холод

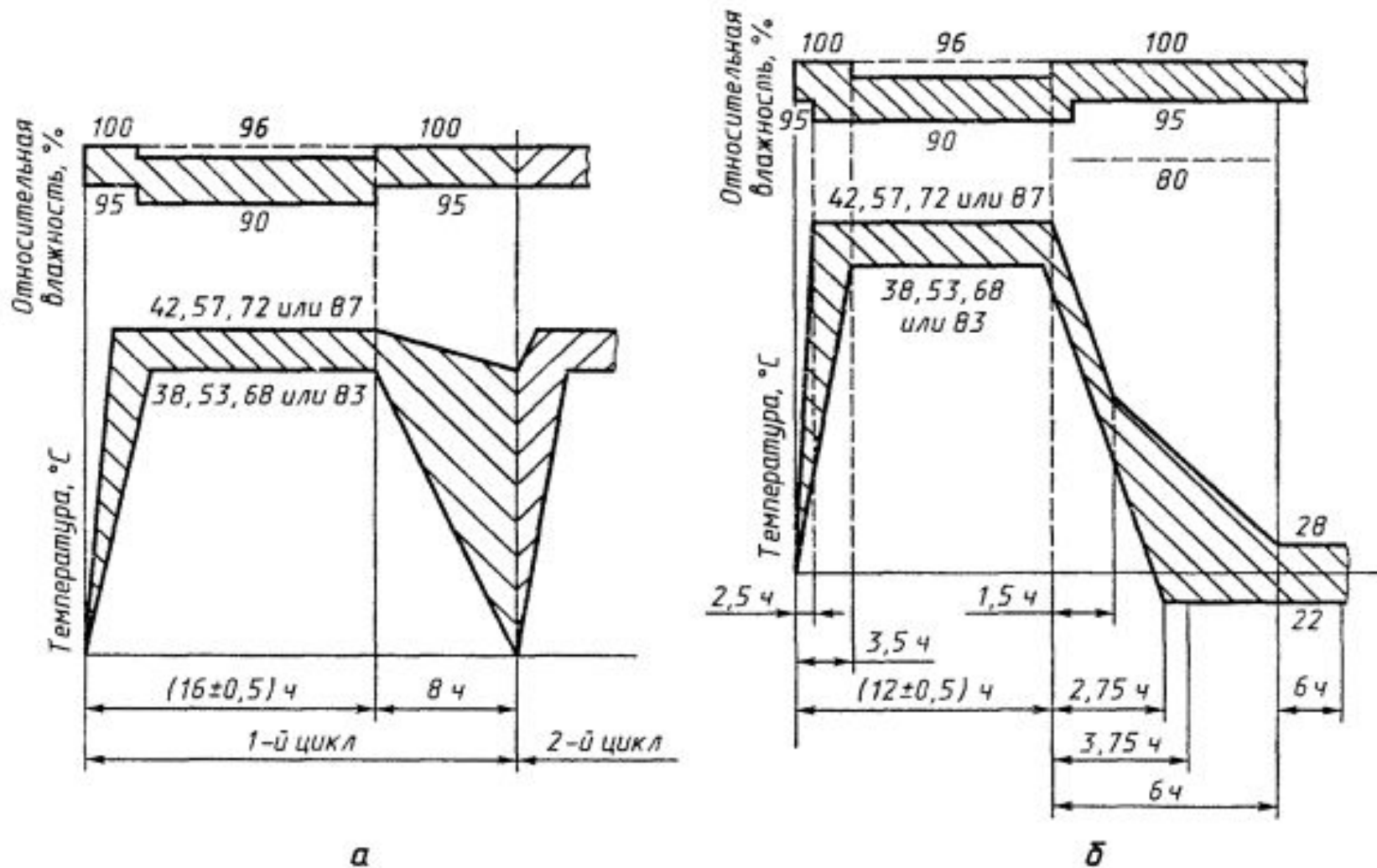
6.6.1 ТЕМПЕРАТУРА:

-65°C;	-40°C;	-20°C;	+5°C.
-55°C;	-33°C;	-10°C;	
-50°C;	-25°C;	-5°C;	

6.6.2 ДЛИТЕЛЬНОСТЬ:

2 ч;	72 ч;
16 ч;	96 ч.

Склад випробовувального циклу (вологість)



ГОСТ Р 51369-99 Методы испытаний на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие влажности

Вид климатического исполнения по ГОСТ 15150		Постоянный	Продолжительность режима ¹⁾ , сутки или циклы											
			Для $n = 8 \pm 2$ при температуре, °С				Для $n = 4,5 \pm 1,5$ при температуре, °С				Без различия n при температуре, °С			
Исполнение	Категория		40		55		40		55		40		55	
			Циклический	Постоянный	Циклический	Постоянный	Циклический	Постоянный	Циклический	Постоянный	Циклический	Постоянный	Циклический	Постоянный
ТВ, Т, О, В, ОМ, ТМ	1; 2; 2.1; 5; 5.1	1	56	21	19	8	56	21	19	8	56	21	19	8
ТВ, Т, О, В, ОМ, ТМ	3; 3.1; 4; 4.2; 1.1	2	30	12	10	4	35	14	12	5	33	13	11	4
М	1; 2; 2.1; 5; 5.1													
У, УХЛ, ТУ, ТС	5; 5.1	3	17	6	6	-	21	9	7	-	19	8	6	-
У, УХЛ, ТУ	1; 2; 2.1; 3; 3.1													
М	3; 3.1; 4; 4.2	4	9	4	-	-	14	6	5	-	11	5	4	-
У ²⁾ , ХЛ ²⁾	1; 2; 2.1; 3; 3.1													
У, УХЛ	1.1													

¹⁾ Соответствует одному году пребывания в условиях эксплуатации без подсушки или (для греющихся изделий) без подачи нагрузки.

²⁾ Для ряда районов - по [ГОСТ 16350](#) Для ряда районов - по ГОСТ 16350 и [ГОСТ 25870](#) (например П₄; П₅; У₁; У₂).

Основные технические характеристики климатических камер серий ТХ, ТХВ И КТВ та WT3-180/70...WT3-2000/70



Основные технические характеристики климатических камер серий ТХ, ТХВ И КТВ

Цена от \$9000,00

- Основные технические характеристики климатических камер серий ТХ, ТХВ И КТВ
- ПАРАМЕТР
- СЕРИЯ ТХ СЕРИЯ ТХВ СЕРИЯ КТВ
- Диапазон температуры (режим ТЕМПЕРАТУРА), °С
- -60...+100 -60...+100 -25...+100
- Диапазон температуры (режим ВЛАЖНОСТЬ), °С
- - +20...+60 +20...+60
- Точность поддержания температуры, °С
- ±2 ±2 ±2
- Диапазон поддержания влажности, %
- - 30...98 30...98
- Точность поддержания влажности, %
- - ±5 ±5
- Объем рабочей камеры, л
- 60, 80, 150, 500, 1000,...

Вібростенди (НВО Радій, м. Кіровоград)



Термобаракамера (НВО Радій, м. Кіровоград)



Термобаракамера (НВО Радій, м. Кіровоград)



ДПКСМ, Глухов В.С. Дослідження та проектування
2016-201 комп'ютерних систем та мереж

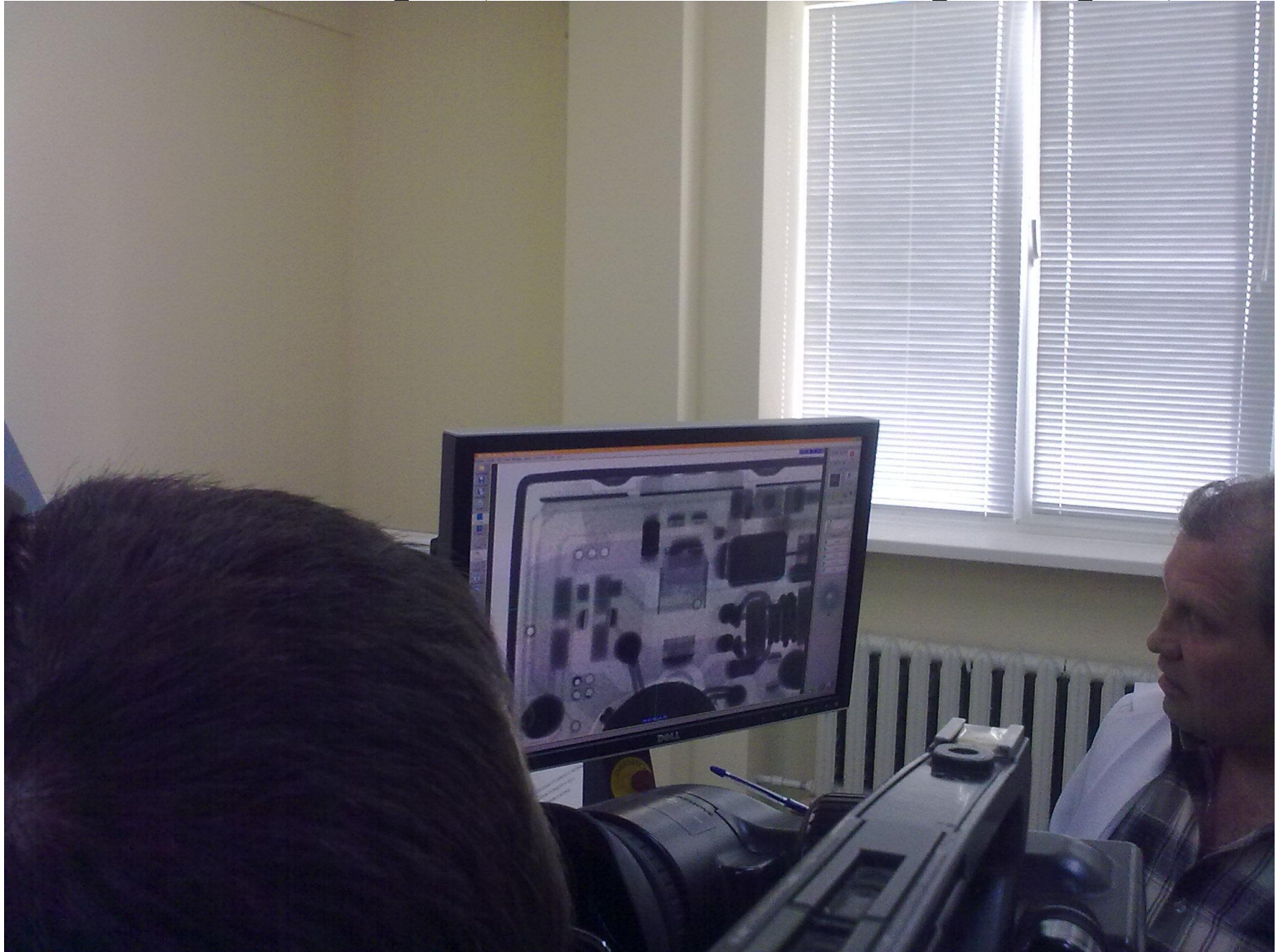
Рентгенівська камера (НВО Радій, м. Кіровоград)



Рентгенівська камера (НВО Радій, м. Кіровоград)



Рентгенівська камера (НВО Радій, м. Кіровоград)



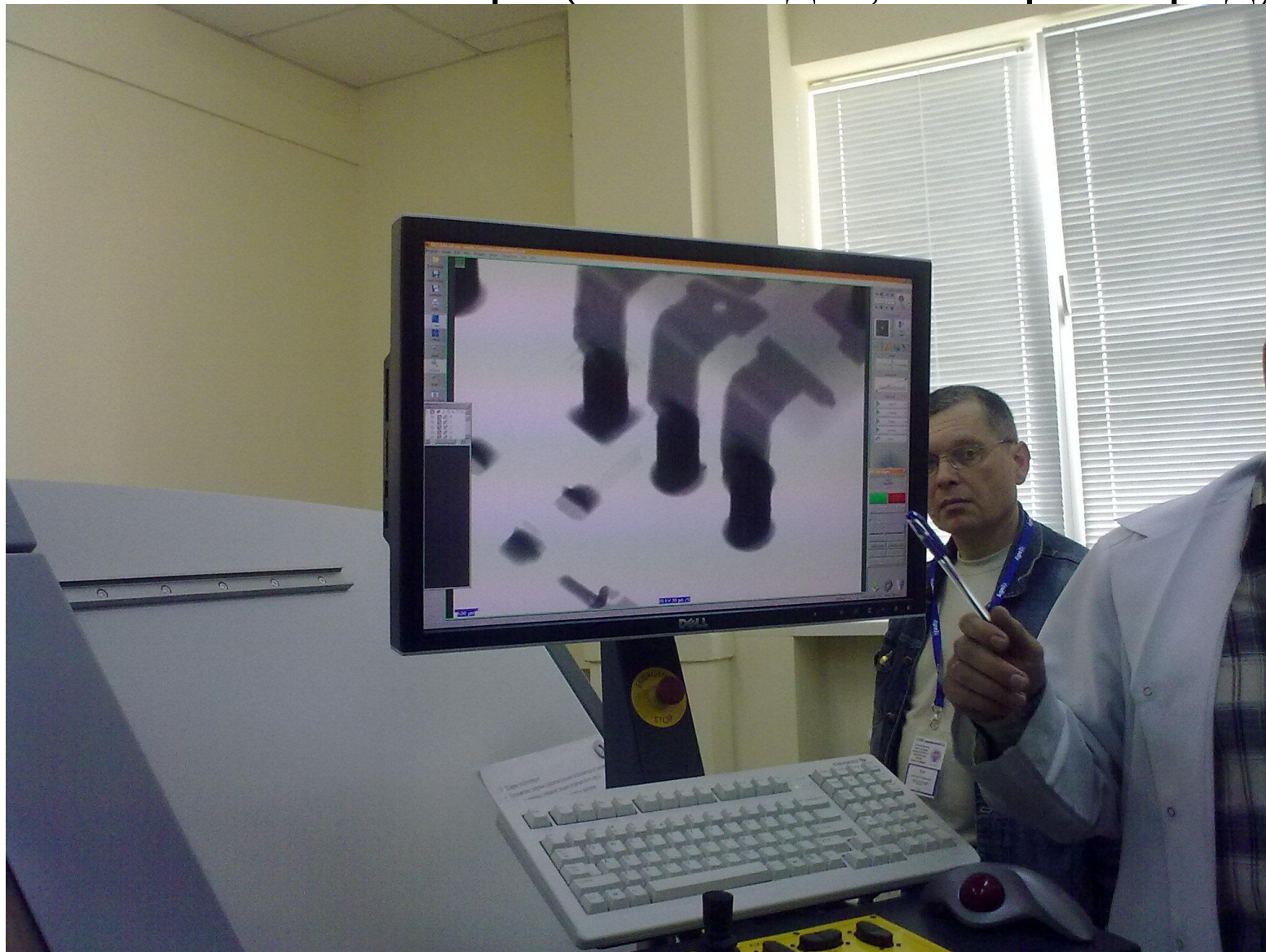
Рентгенівська камера (НВО Радій, м. Кіровоград)



Рентгенівська камера (НВО Радій, м. Кіровоград)



Рентгенівська камера (НВО Радій, м. Кіровоград)



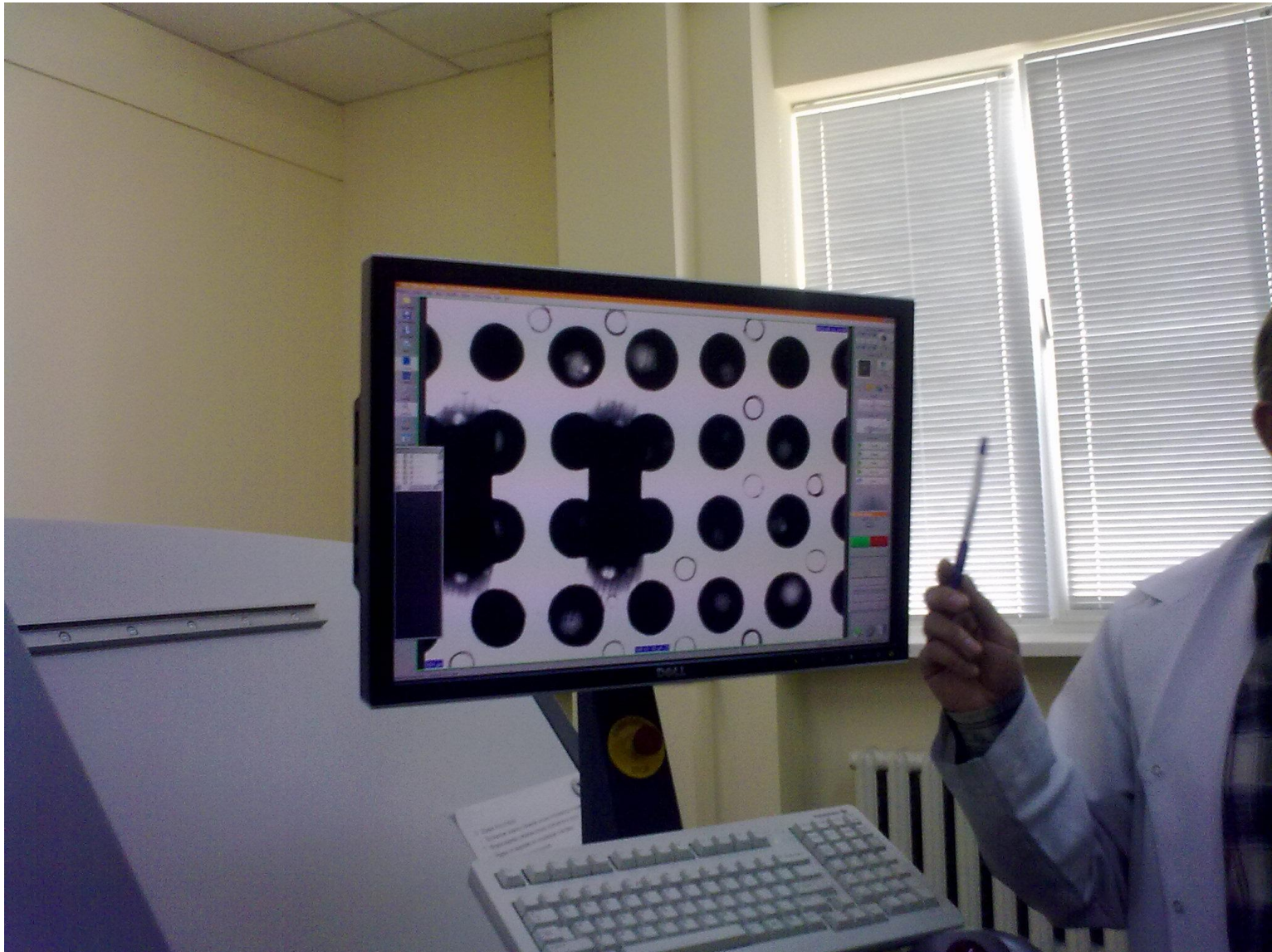
ДПКСМ, Глухов В.С. Дослідження та проектування
2016-201 комп'ютерних систем та мереж

Рентгенівська камера (НВО Радій, м. Кіровоград)



ДПКСМ, Глухов В.С. Дослідження та проектування
2016-201 комп'ютерних систем та мереж

Рентгенівська камера (НВО Радій, м. Кіровоград)



ДПКСМ, Глухов В.С. Дослідження та проектування
2016-201 комп'ютерних систем та мереж

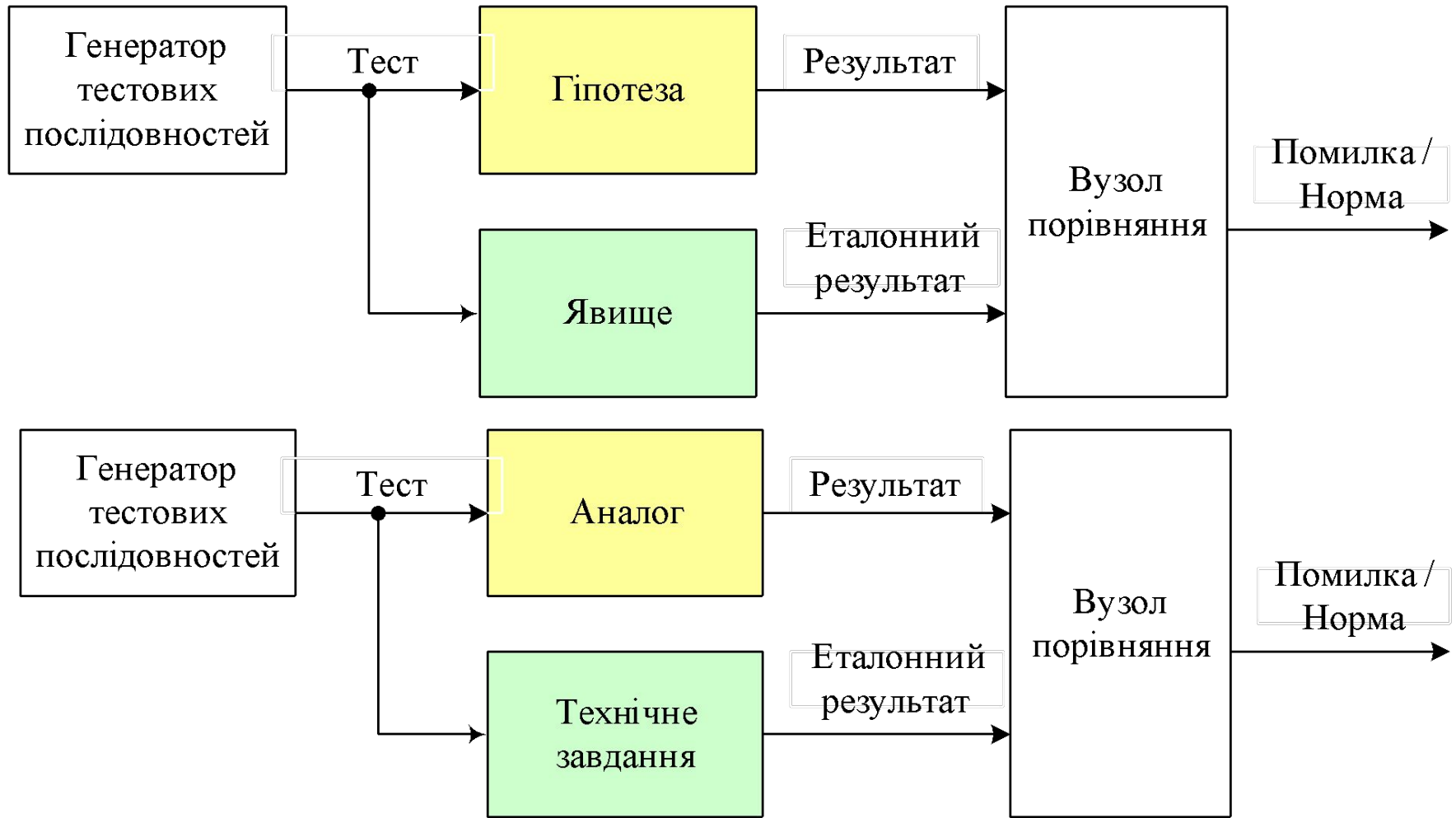
Основні принципи тестування, налагодження і контролю

- Метод функціональної декомпозиції – “Розділяй та володарюй”
- Метод конструктивної декомпозиції

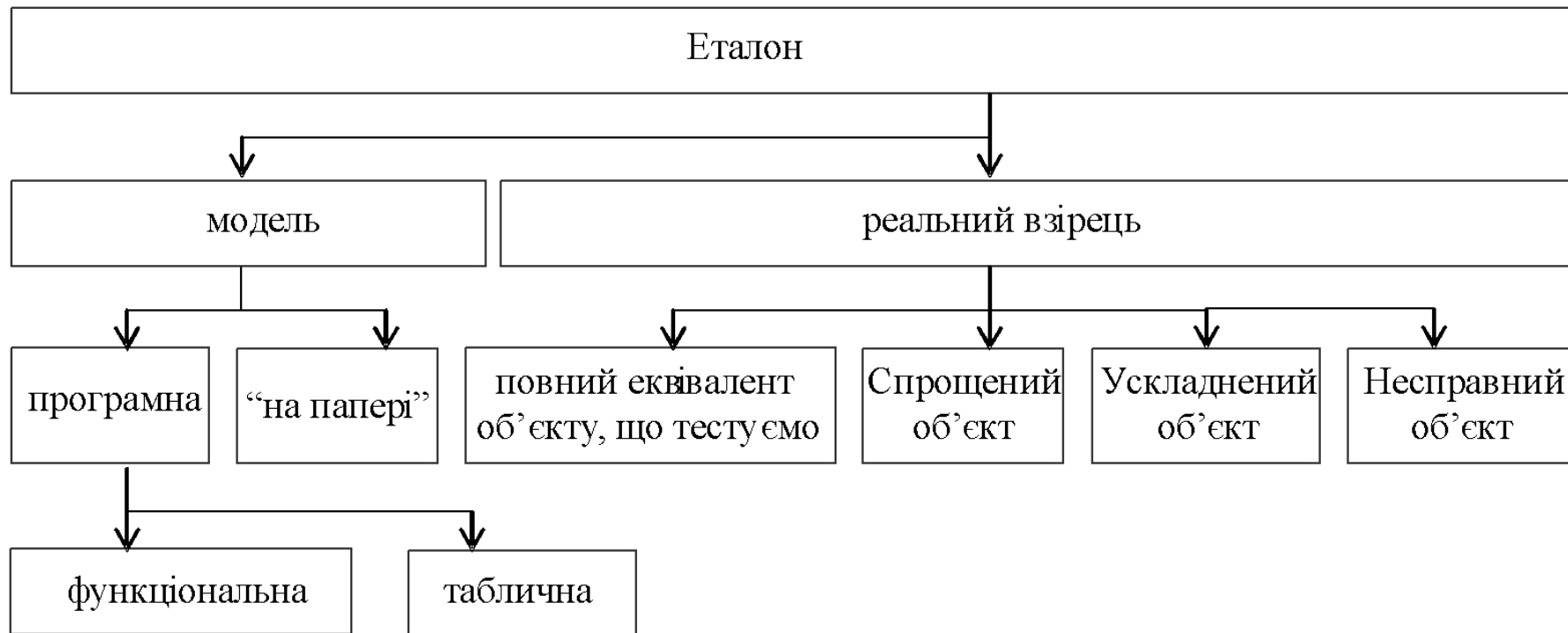
Основні принципи тестування, налагодження і контролю. Еталони



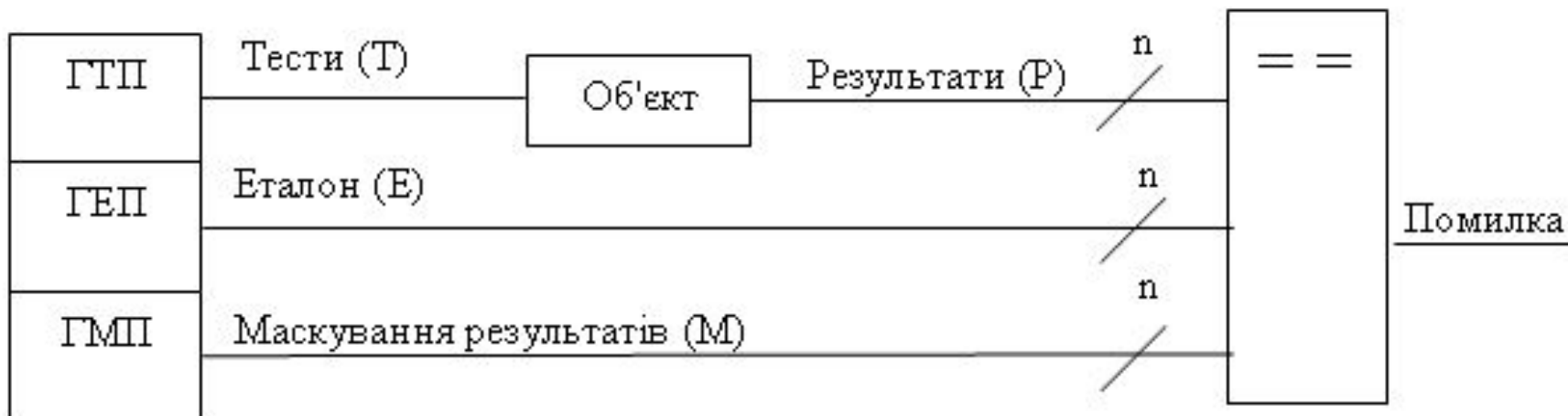
Явище і гіпотеза, технічне завдання і аналог



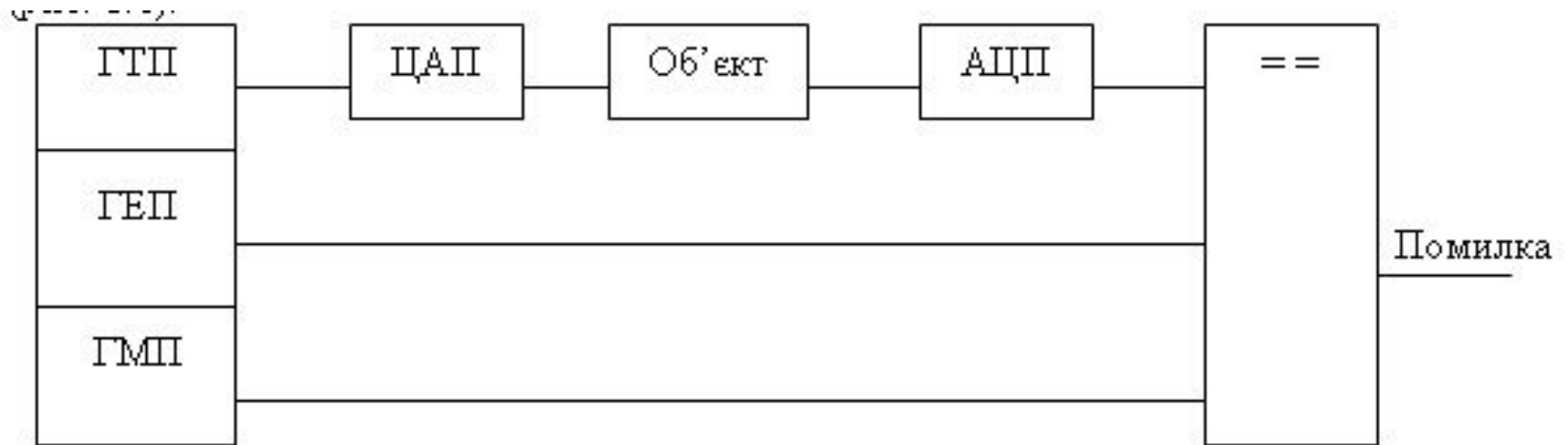
Класифікація еталонів



Загальна схема випробовування цифрових пристроїв

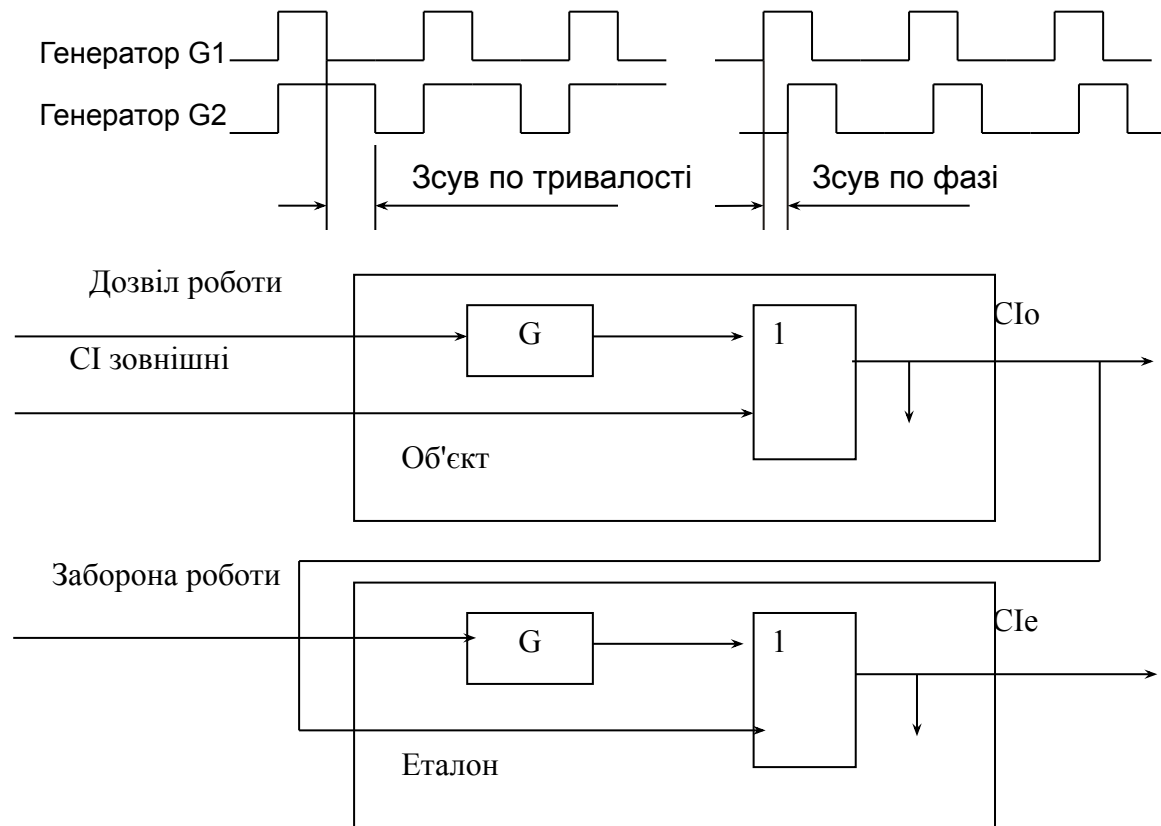


Загальна схема випробовування аналогових пристроїв

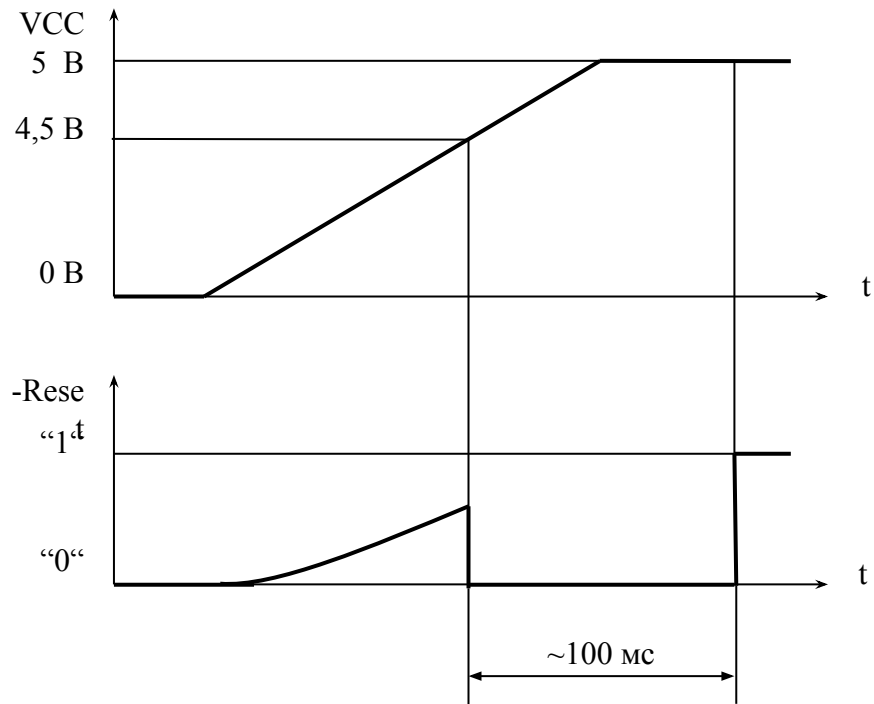
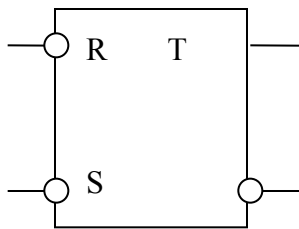


Обмеження, що накладаються на еталони і об'єкти

1) Робота від одного генератора



2) Скид усіх елементів пам'яті після ввімкнення живлення



ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення

- **Надійність** - властивість об'єкта зберігати у часі в установлених межах значення всіх параметрів, які характеризують здатність виконувати потрібні функції в заданих режимах та умовах застосування, технічного обслуговування, зберігання та транспортування.
- **Справність** - **Стан** об'єкта, за яким він здатний виконувати усі задані функції об'єкта
- **Несправність** - **Стан** об'єкта, за яким він нездатний виконувати хоч би одну із заданих функцій об'єкта.
- працездатний стан; **працездатність** - Стан об'єкта, який характеризується його здатністю виконувати усі потрібні функції
- непрацездатний стан; **непрацездатність** - Стан об'єкта, за яким він нездатний виконувати хоч би одну з потрібних функцій

ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення

- незначна несправність - Несправність, що не порушує жодної з потрібних функцій об'єкта
- значна несправність - Несправність, що порушує хоча б одну з потрібних функцій об'єкта
- часткова несправність - Несправність, що викликає нездатність об'єкта виконувати частину потрібних функцій
- повна несправність - Несправність, що характеризується повною нездатністю об'єкта виконувати усі потрібні функції
- критична несправність - Несправність, що може призвести до травмування людей, значних матеріальних збитків чи інших неприйнятних наслідків

ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення

- несправність через перевантаження
- несправність через невміле поводження
- несправність через неміцність
- несправність через зношування та (чи) старіння
- конструкційна несправність
- виробнича несправність
- стабільна несправність
- прихована несправність
- маскована несправність

ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення

- **Дефект** - Кожна окрема невідповідність об'єкта встановленим вимогам
- **Пошкодження** - Подія, яка полягає у порушенні справного стану об'єкта коли зберігається його працездатність
- **Відмова** - Подія, яка полягає у втраті об'єктом здатності виконувати потрібну функцію, тобто у порушенні працездатного стану об'єкта
 - часткова відмова
 - повна відмова
 - ресурсна відмова
 - критична відмова
 - конструкційна відмова
 - виробнича відмова
 - систематична відмова

ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення

- Збій - Самоусувна відмова або одноразова відмова, яку незначним втручанням усуває оператор
- повторювальна відмова
- відмова через перевантаження
- відмова через неправильне поводження
- відмова через неміцність
- деградовна відмова
- раптова відмова
- поступова відмова
- ураховувана відмова
- невраховувана відмова
- залежна відмова
- незалежна відмова
- явна відмова
- прихована відмова

Класифікація і прояві несправностей цифрових пристроїв.

- В залежності від етапу життєвого циклу
 - ідеологічні
 - технологічні та виробничі помилки
 - експлуатаційні
- За умовами виникнення помилки можна поділити на:
 - Статичні
 - обриви
 - закорочення
 - Динамічні
 - перегони сигналів
 - “Погана земля”
 - електромагнітні завади
 - Мікротріщини
 - Холодна пайка
 - Дренькіт контактів
 - Ефекти довгих ліній
 - Асинхронність вхідних сигналів
 - Інші

Повний опір у колі змінного струму

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$$

$$R = \frac{\rho l}{S} \quad - \text{активний опір}$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \quad - \text{ємнісний опір}$$

$$X_L = \omega L \quad - \text{індуктивний опір}$$

Хвильовий опір та швидкість розповсюдження сигналу лініями зв'язку без втрат

в області високих частот ($f = 30$ кГц та більше):

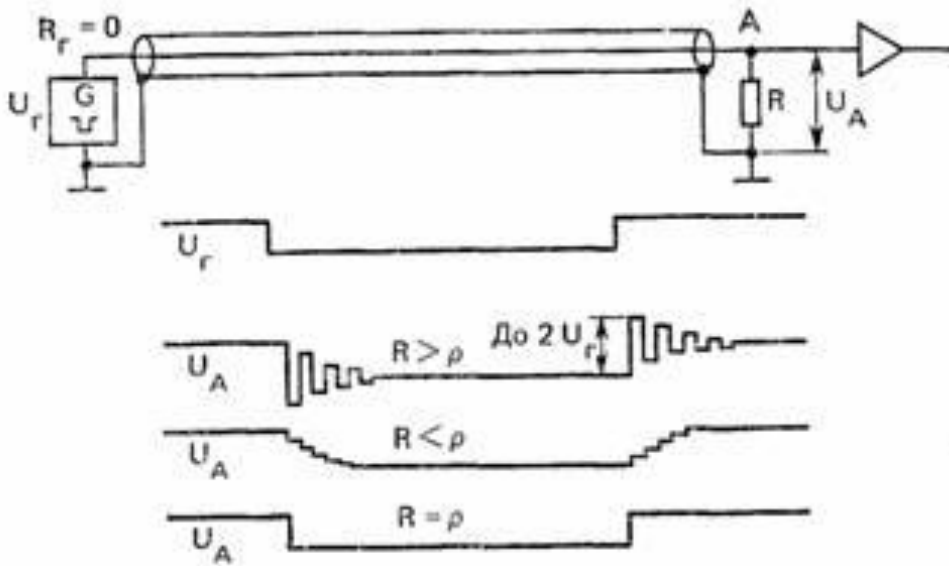
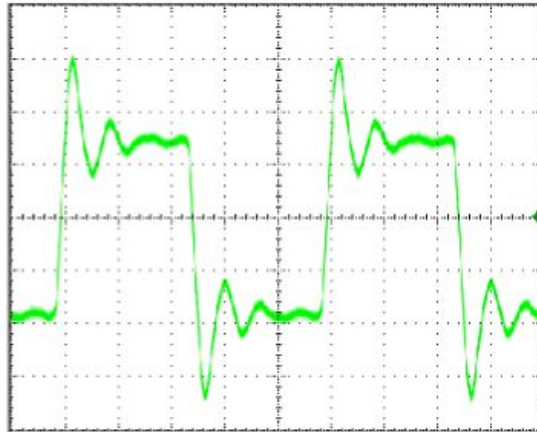
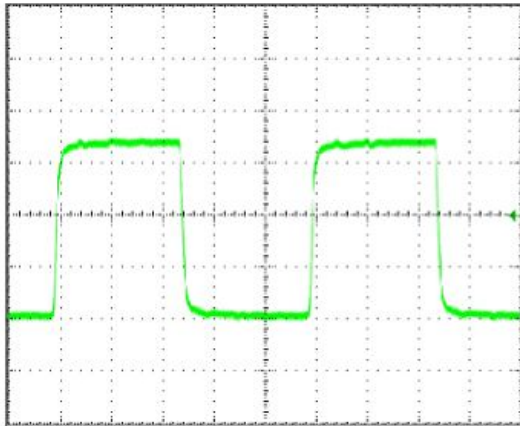
$$\rho = \sqrt{\frac{L_1}{C_1}} \quad v = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}} \approx \frac{2}{3} c \quad \delta\rho = \delta v = \frac{\delta L_1 + \delta C_1}{2}$$

$$k = \frac{R_H - \rho}{R_H + \rho}; \quad \rho = 50 \text{ Ом}, 75 \text{ Ом (найчастіше)}$$

$L_1 C_1 = \varepsilon_r$ – відносна діелектрична проникність

Діелектрична стала деяких матеріалів при кімнатній температурі	
Матеріал	Діелектрична стала
<u>Вакуум</u>	1 (за визначенням)
<u>Повітря</u>	1.0005
<u>Гас</u>	2.1
<u>Папір</u>	3
<u>Кварц</u> плавлений	3.75
<u>Гума</u>	7
<u>Слюда</u>	6.0
<u>Метиловий спирт</u>	30
<u>Вода</u>	80
<u>Титанат барію</u>	1200

“Довгі” лінії



$$L_{\text{ДЛ}} (\text{см}) \geq 5\tau_{\text{фр}} (\text{нс})$$

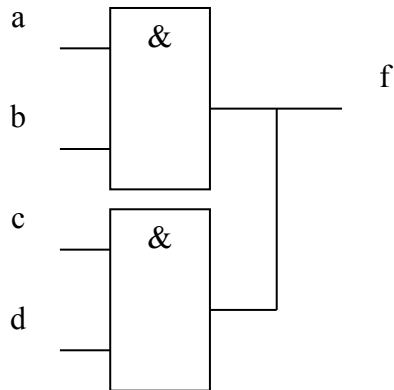
$$\tau_{\text{фр}} \approx 3RC = 3\tau$$

Ідеологічні помилки

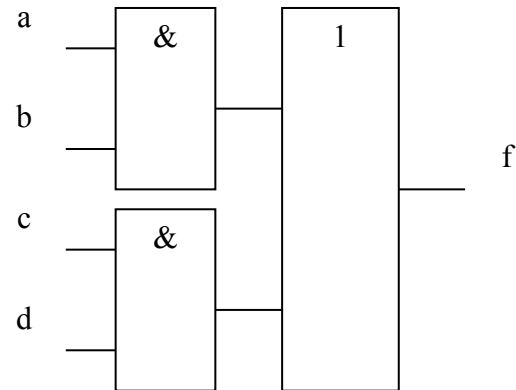
Брак теоретичних знань

$$f = ab \vee cd$$

неправильно

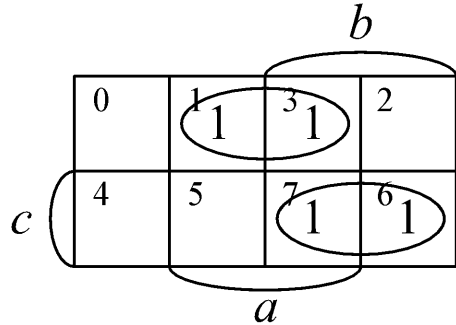


правильно



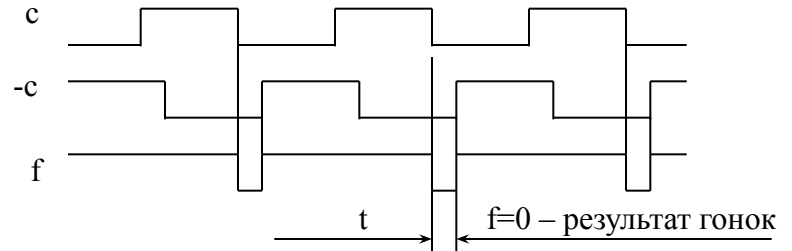
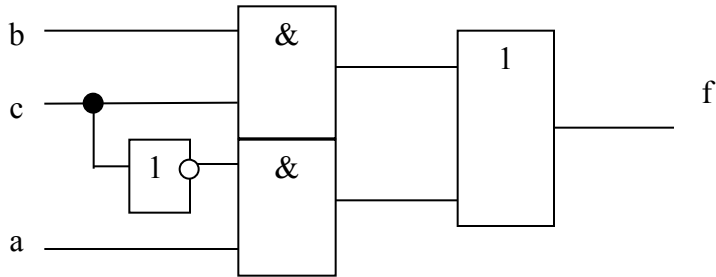
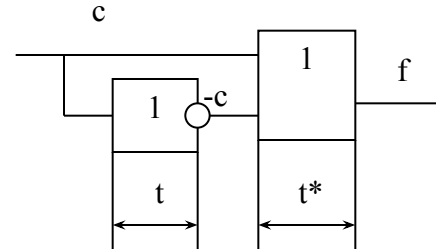
Ідеологічні помилки

Перегони сигналів - виникнення



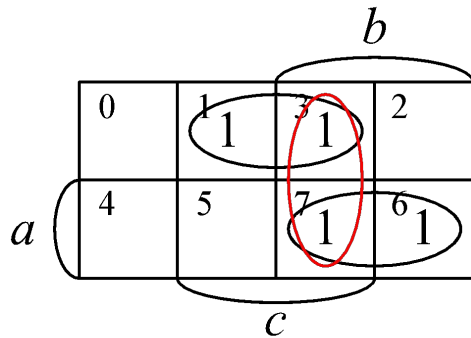
$$f = a\bar{c} \vee bc$$

$a=1, b=1, c=0 \rightarrow 1 \rightarrow 0 \rightarrow 1$

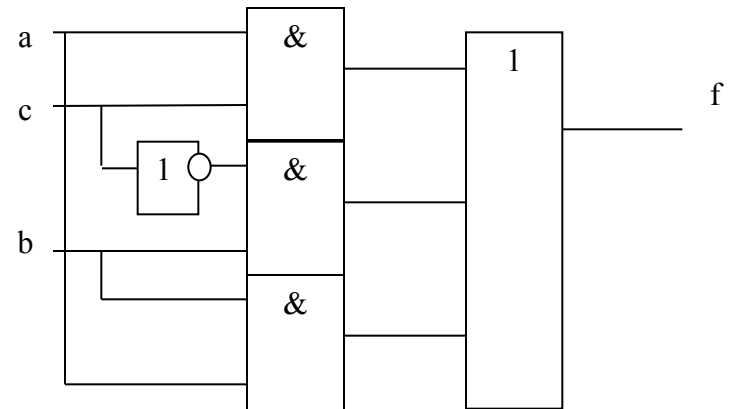


Ідеологічні помилки

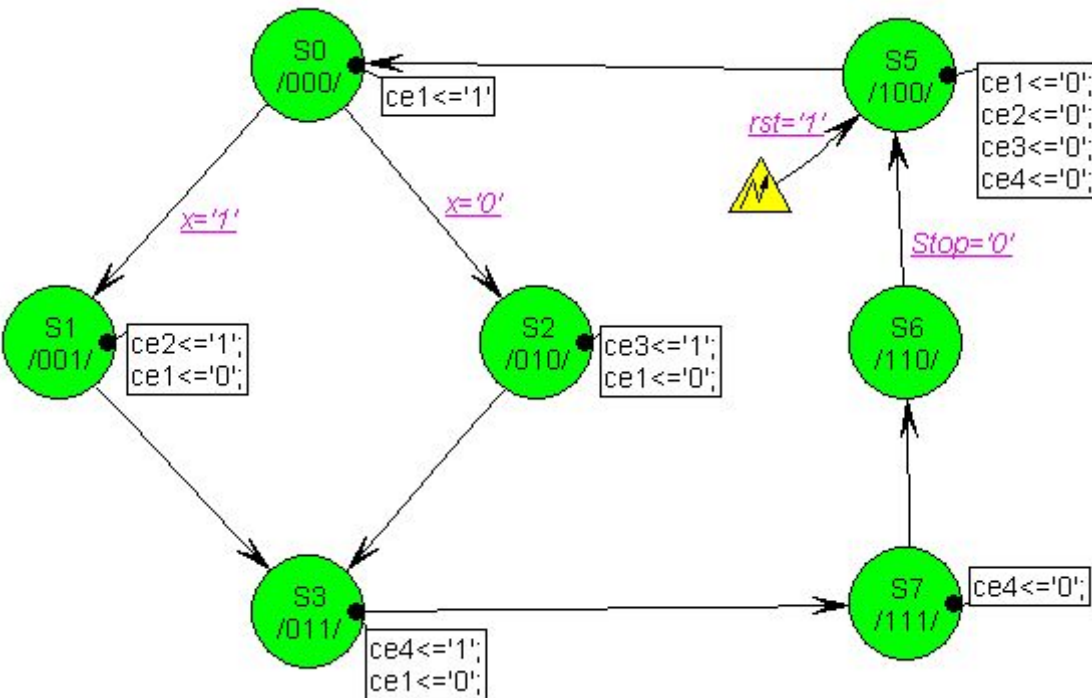
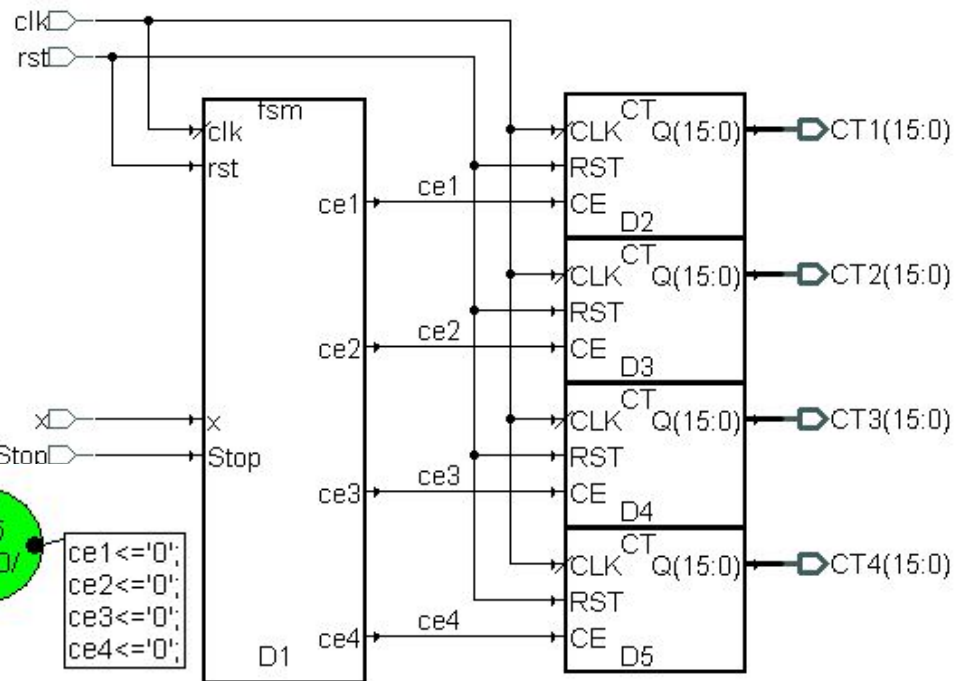
Переґони сигналів - боротьба



$$f = \bar{a}c \vee ab \vee bc$$



Асинхронність вхідних сигналів



Технологічні та виробничі помилки

Технологічні помилки

- неправильно обрана температура паяльника, за допомогою якого здійснюється встановлення радіоелементів на друковану плату
 - недостатня температура призводить до виникнення так званої “холодної пайки”, яка є дуже ненадійною;
 - надвелика температура призводить до відшарування друкованих провідників від друкованої плати, мікротріщин
- Погане заземлення або екранування
- Ефекти довгих ліній
- інші

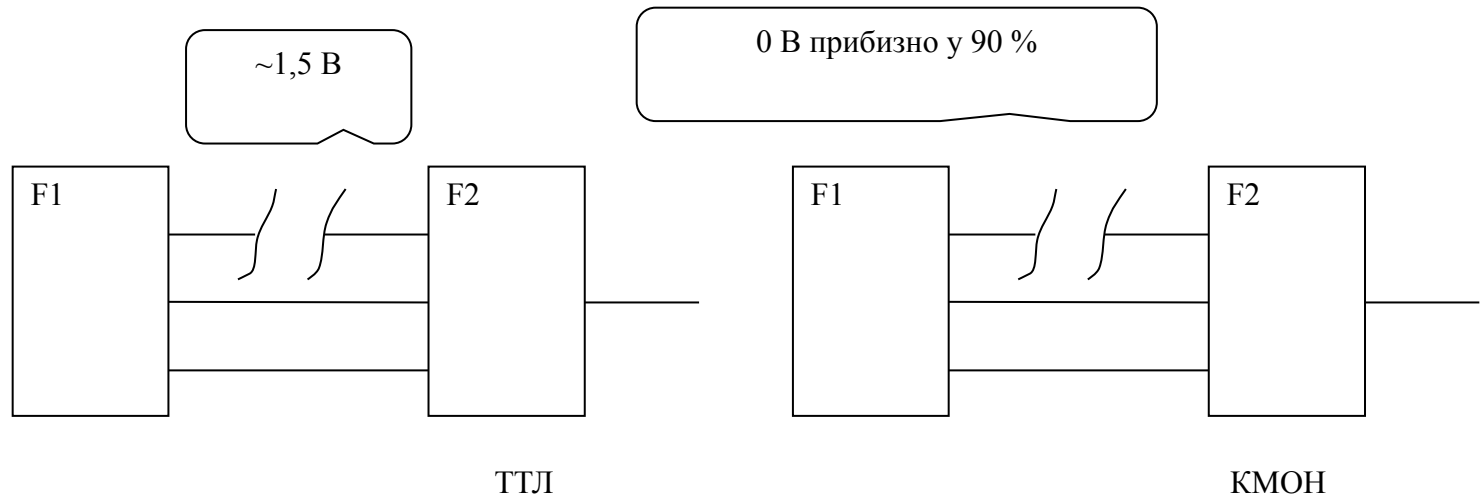
Виробничі помилки

- неправильна орієнтація мікросхеми під час її встановлення на друковану плату;
- встановлення не того типу радіоелемента на друковану плату;
- відсутність елементів на друкованій платі;
- встановлення бракованих (пошкоджених) елементів;
- переплутаність дротів в джгутах
- інші.

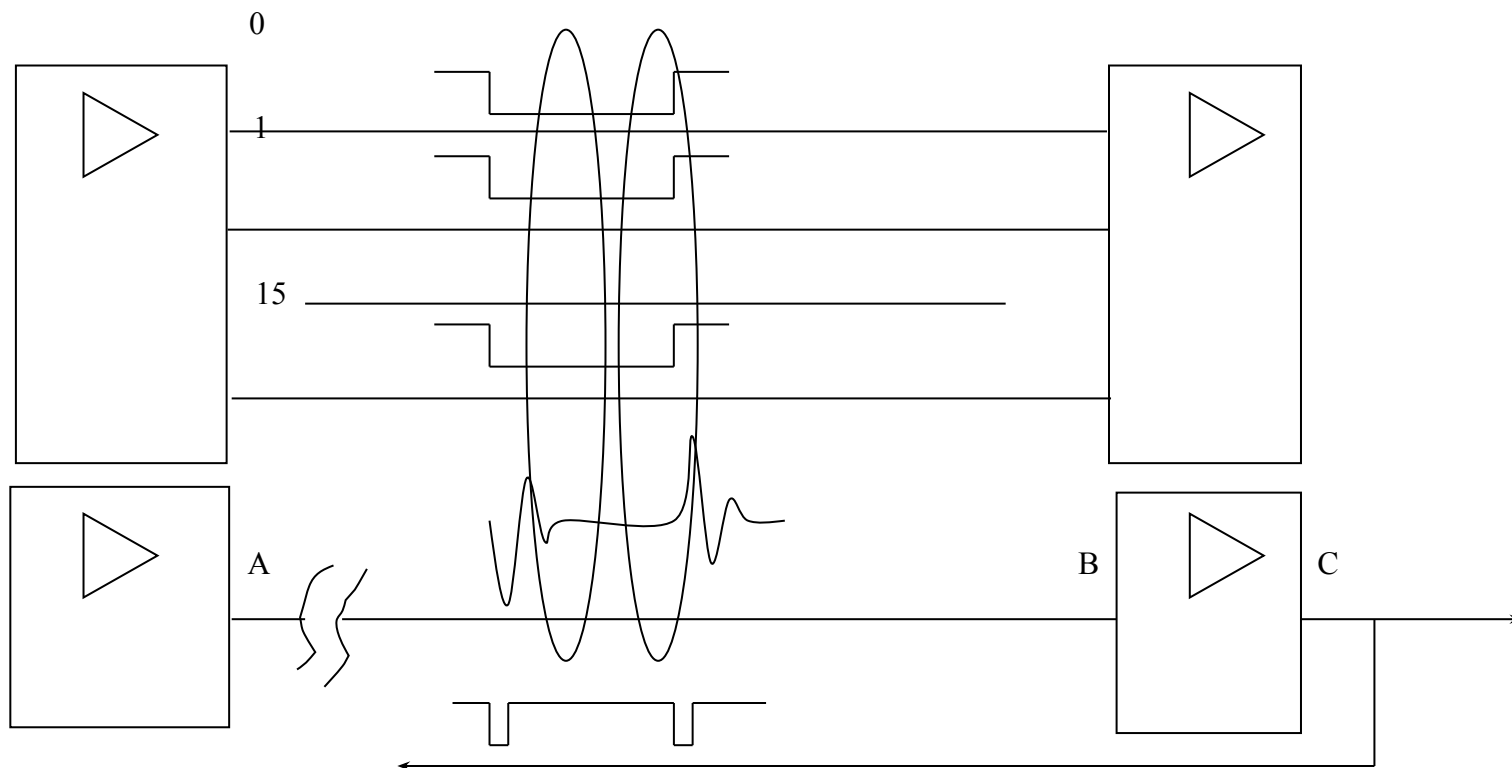
Експлуатаційні помилки

- виникнення обривів та закороток сигналів за рахунок механічного чи іншого пошкодження виробу
- подача іншої напруги живлення
- перегрів
- переохолодження
- потрапляння вологи
- радіація
- дія хімічних речовин
- електромагнітні завади
- “погана земля”
- інші.

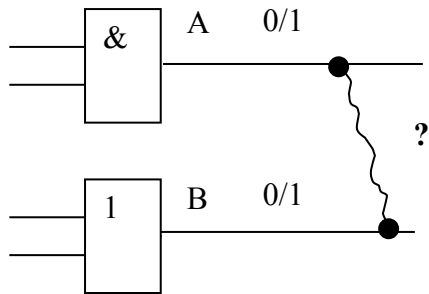
Обриви TTL і КМОН входів цифрових мікросхем



Обірваний вхід як антена



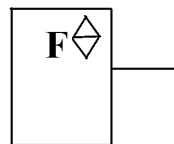
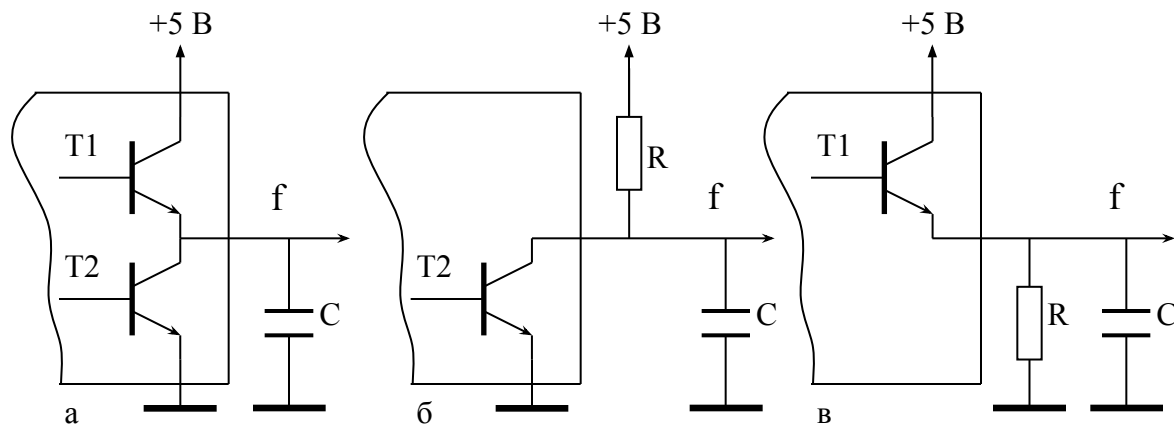
“Потужності” (пріорітети) цифрових сигналів



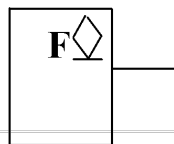
B\A	G	S	D	R	Z
G	G	G	G	G	G
S	G	X	S	S	S
D	G	S	X	D	D
R	G	S	D	X	R
Z	G	S	D	R	X

A/B	0	1	Z
0	0	0-90% 1-10%	0
1	0-90% 1-10%	1	1
Z	0	1	Z

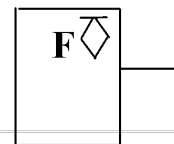
Типи виходів цифрових схем



Вихід з третім станом



Вихід з ВК



Вихід з BE

Рекомендована послідовність перевірки цифрових пристроїв

- візуальний огляд, виявлення механічних пошкоджень, невідповідність виробу конструкторській документації - відсутності елементів, неправильного їх встановлення і таке інше;
- продзвонка зв'язків – виявлення обривів;
- продзвонка потужних силових зв'язків (живлення, особливо більше за +5 В і менше за 0 В) з сигнальними зв'язками – виявлення найбільш небезпечних закороток на живлення;
- перевірка напруг живлення без подачі їх на пристрій;
- подача напруг живлення на виріб, перевірка усіх напруг живлення;
- технологічне тренування (приблизно 100 годин);
- перевірка усіх генераторів і розподільовачів синхроімпульсів;
- для цифрових схем - перевірка шин об'єкта тестування, які з'єднують його з зовнішнім середовищем, тобто перевірка шляхів надходження інформації до вузлів об'єкта і зняття інформації з вузлів об'єкта. Для аналогових схем – перевірка шляхів надходження і зняття аналогових сигналів;
- перевірка роботи вузлів об'єкта за тестами – перевірка логічного функціонування в нормальних умовах;
- перевірка логічного функціонування в граничних умовах зовнішнього середовища (згідно з вимогами технічного завдання) – при підвищеній та понижених робочих температурах і таке інше.

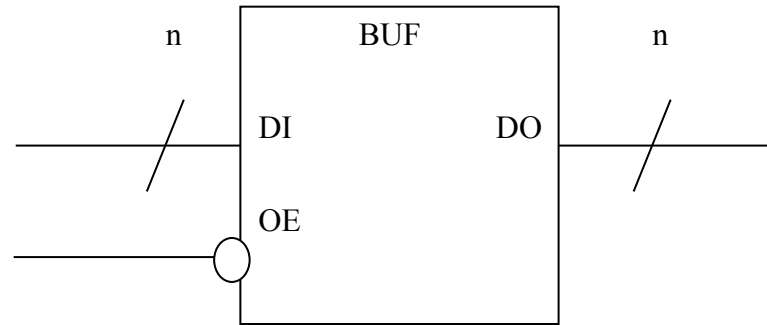
Основні вимоги до алгоритмів перевіряння працездатності цифрових схем

- однією з основних вимог до алгоритмів перевірки працездатності цифрової схеми є забезпечення можливості отримання усіх можливих станів усіх виходів пристрою, що перевіряється.
- важливою вимогою до алгоритму є можливість перевірки реакції кожного елемента пристрою на усі можливі стани і зміни станів на кожному з його входів.

Тестові послідовності

N	Біжуча 1	Біжучий 0	Хвиля 1	Хвиля 0	Шаховий код	Усі нулі – усі одиниці	Псевдо-випадковий код
0	00000000	11111111	00000000	11111111	01010101	00000000	
1	00000001	11111110	00000001	11111110	10101010	11111111	
2	00000010	11111101	00000011	11111100	01010101	00000000	
3	00000100	11111011	00000111	11111000	10101010	11111111	
4	00001000	11110111	00001111	11110000	01010101	00000000	
5	00010000	11101111	00011111	11100000	10101010	11111111	
6	00100000	11011111	00111111	11000000	01010101	00000000	
7	01000000	10111111	01111111	10000000	10101010	11111111	
8	10000000	01111111	11111111	00000000	01010101	00000000	

Тестування шинних структур



Закорочення на 0 (земля)

N	Біжуча 1	Біжучий 0	Хвиля 1	Хвиля 0	Шаховий код
0	00000000	11101111	00000000	11101111	01000101
1	00000001	11101110	00000001	11101110	10101010
2	00000010	11101101	00000011	11101100	01000101
3	00000100	11101011	00000111	11101000	10101010
4	00001000	11100111	00001111	11100000	01000101
5	00000000	11101111	00001111	11100000	10101010
6	00100000	11001111	00101111	11000000	01000101
7	01000000	10101111	01101111	10000000	10101010
8	10000000	01101111	11101111	00000000	01000101

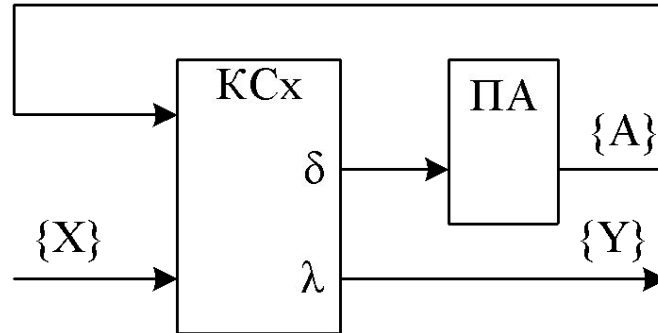
Закорочення на 1 (живлення)

N	Біжуча 1	Біжучий 0	Хвиля 1	Хвиля 0	Шаховий код
0	000 1 0000	11111111	000 1 0000	11111111	01010101
1	000 1 0001	11111110	000 1 0001	11111110	101 1 1010
2	000 1 0010	11111101	000 1 0011	11111100	01010101
3	000 1 0100	11111011	000 1 0111	11111000	101 1 1010
4	000 1 1000	11110111	000 1 1111	11110000	01010101
5	000 1 0000	111 1 1111	000 1 1111	111 1 0000	101 1 1010
6	00 1 10000	11011111	00 1 11111	110 1 0000	01010101
7	01 0 10000	10111111	01 1 11111	100 1 0000	101 1 1010
8	100 1 0000	01111111	11111111	000 1 0000	01010101

Закорочення двох сигналів

N	Біжуча 1	Біжучий 0	Хвиля 1	Хвиля 0	Шаховий код
0	00000000	11111111	00000000	11111111	01000101
1	00000001	11111110	00000001	11111110	10001010
2	00000010	11111101	00000011	11111100	01000101
3	00000100	11111011	00000111	11111000	10001010
4	00001000	11110111	00001111	11110000	01000101
5	00000000	11001111	00001111	11000000	10001010
6	00000000	11001111	00111111	11000000	01000101
7	01000000	10111111	01111111	10000000	10001010
8	10000000	01111111	11111111	00000000	01000101

Загальна структурна схема цифрового автомата



КСх - комбінаційна схема

ПА - пам'ять автомата

δ – функція переходів

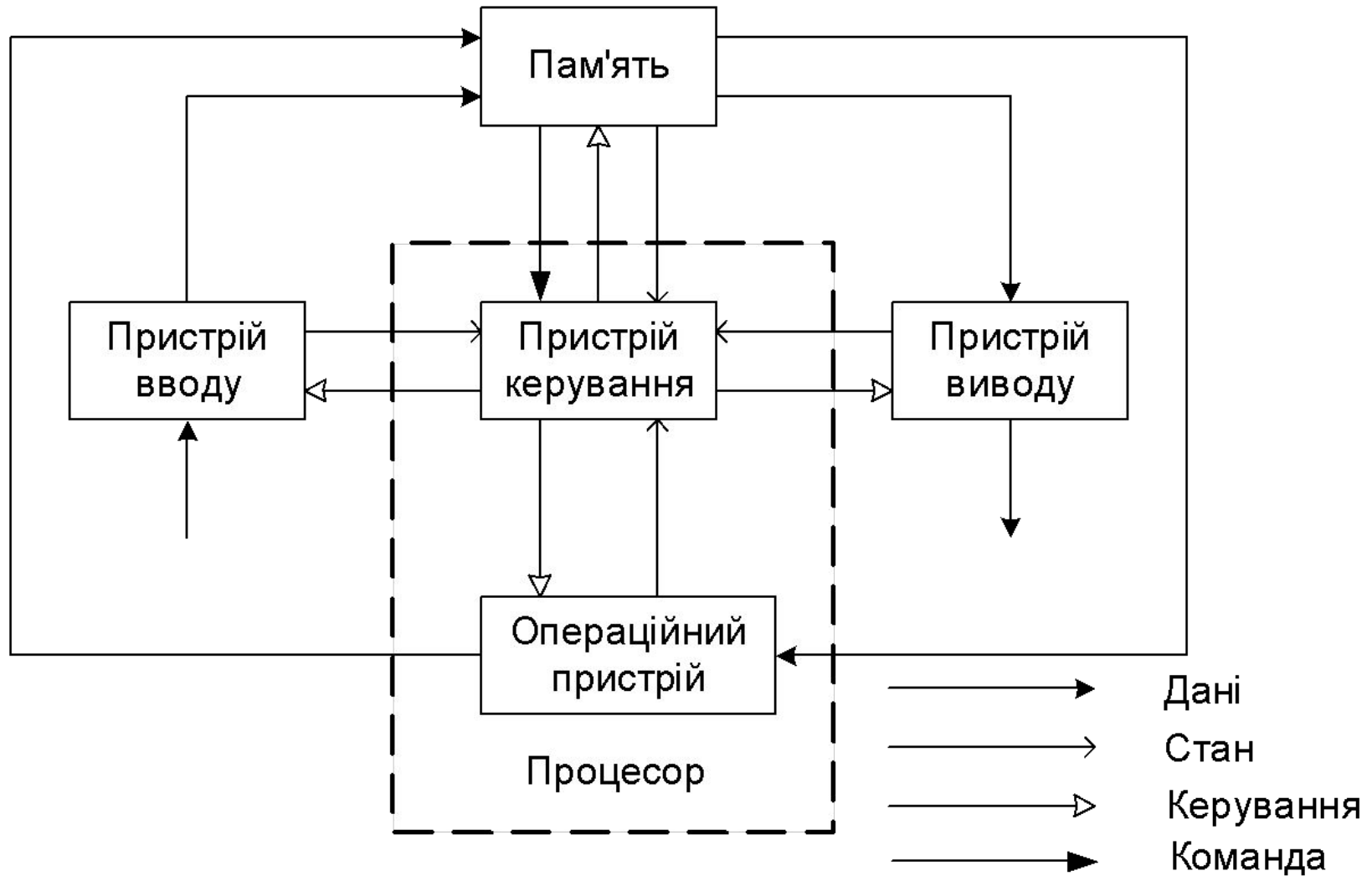
λ – функція виходів

$\{X\}$ – множина вхідних сигналів

$\{Y\}$ – множина вихідних сигналів

$\{A\}$ – множина внутрішніх станів

Структура комп'ютера



Цифрові схеми

- Комбінаційні схеми (схеми без пам'яті, схеми без зворотних зв'язків)
 - Стан на виході вузла залежить тільки від комбінації сигналів на вході вузла у даний момент часу – легко тестувати
 - Немає зворотних зв'язків
- Схеми з пам'яттю
 - Стан на виході вузла залежить від комбінації сигналів на вході вузла у даний момент часу і у попередні моменти часу – важко тестувати
 - Є хоча би один зворотний зв'язок

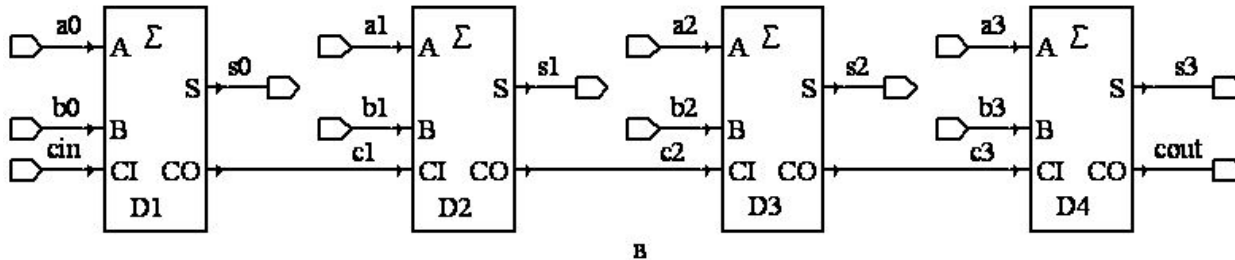
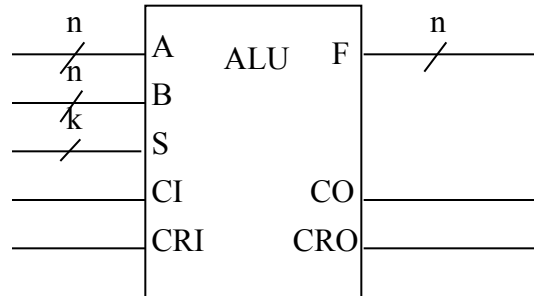
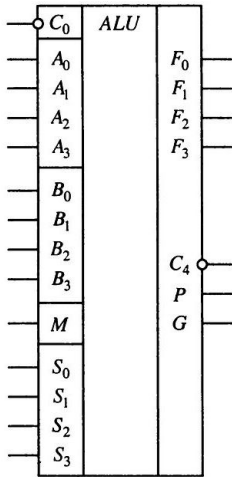
Тестування комбінаційних схем

- Буфер
- Арифметико-логічний пристрій
- Постійний запам'ятовуючий пристрій

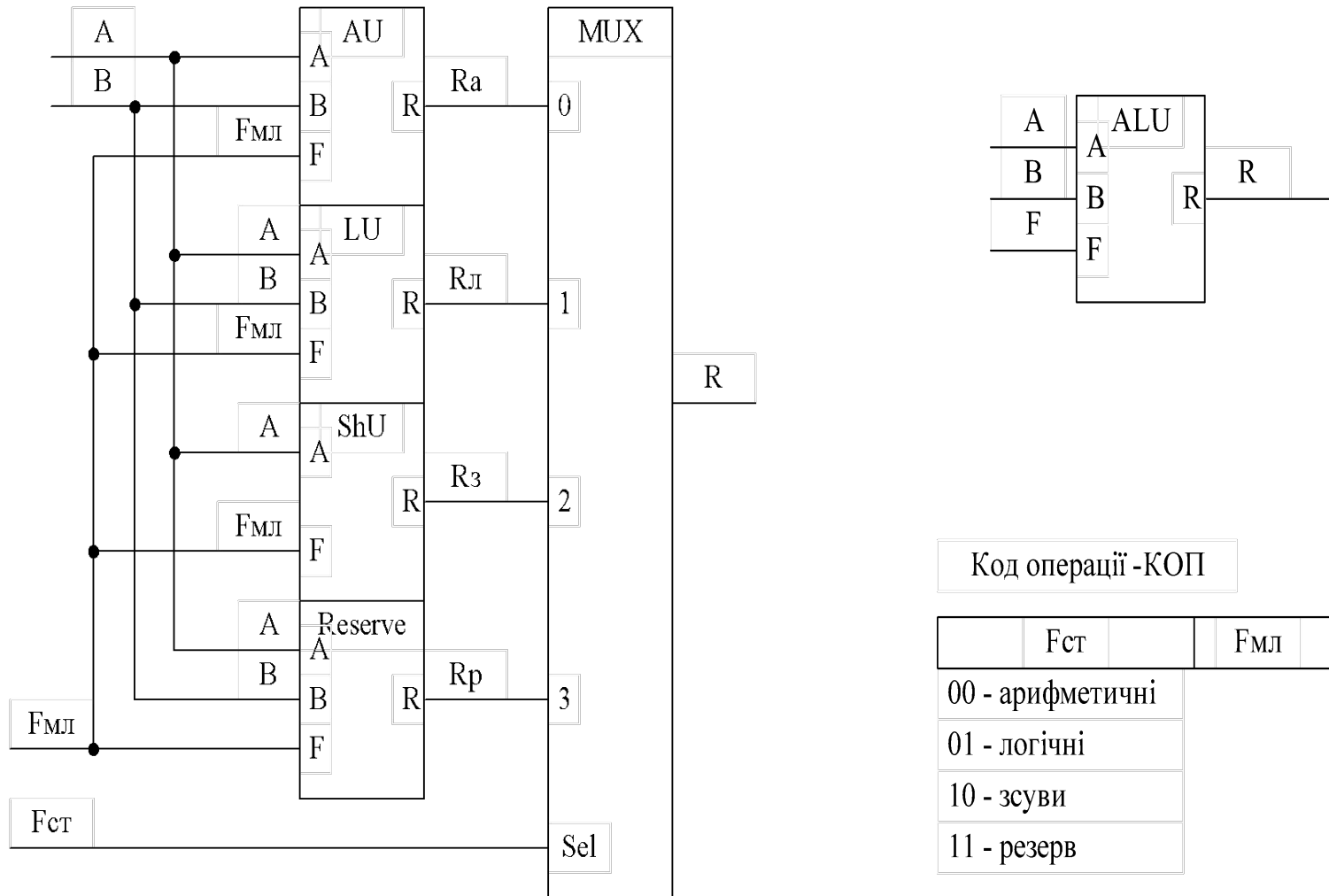
Тестування схем з пам'яттю

- Оперативний запам'ятовуючий пристрій
- Кеш-пам'ять
- Цифровий автомат

Особливості тестування комбінаційних схем (на прикладі АЛП).



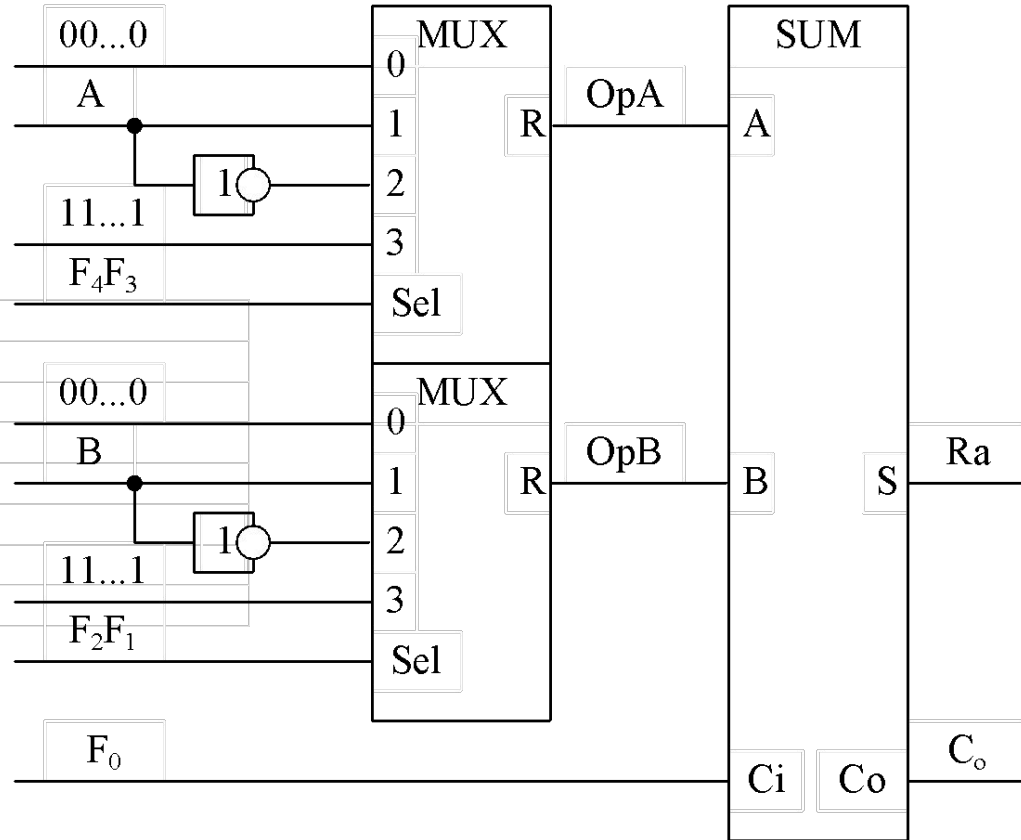
Арифметико-логічний пристрій



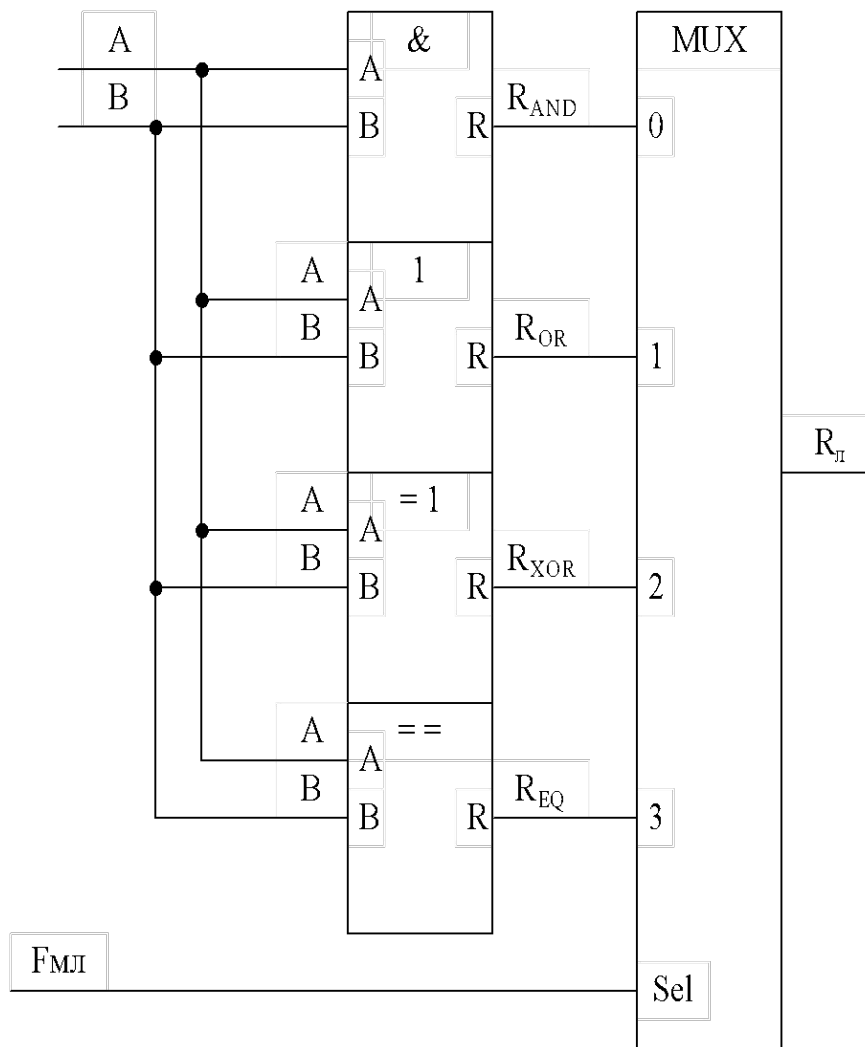
Арифметичний вузол

Код операції - арифметичні

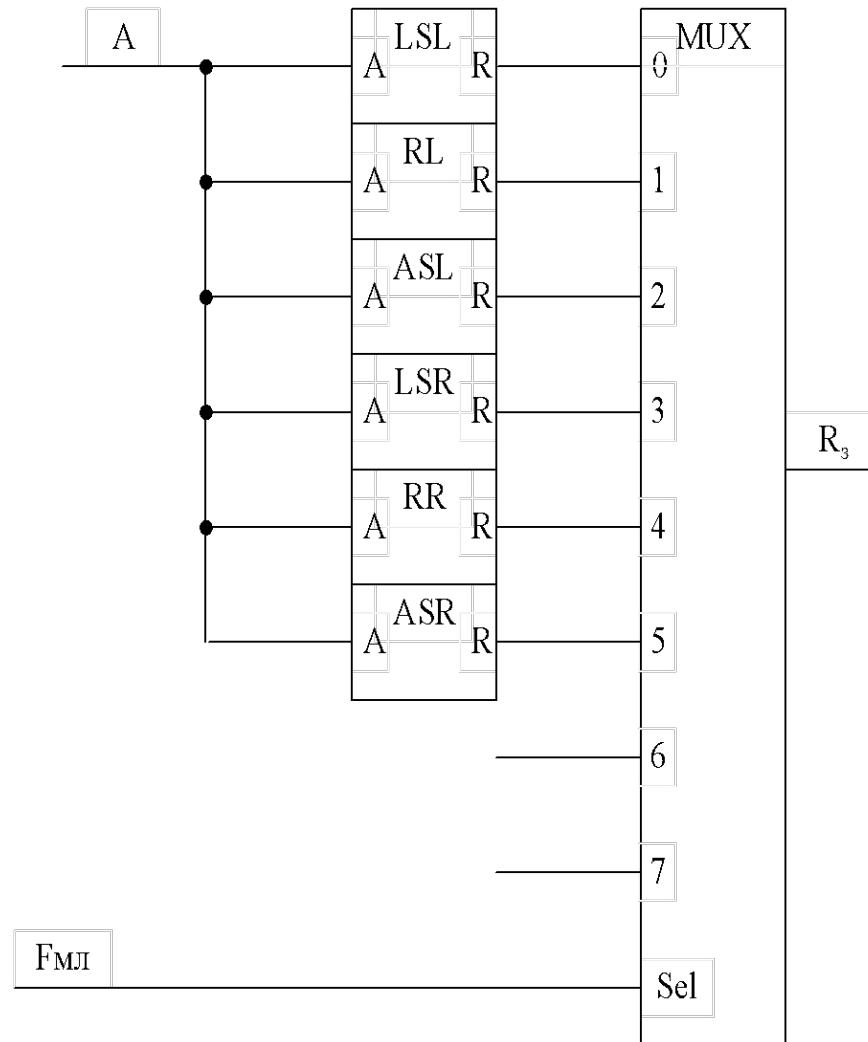
	F _{сг}	F _{4F3}	F _{2F1}	F ₀	(F _{мл})	
00 - арифметичні	01	01	0	0	(0A)	A+B+0 = A+B
	01	10	1	0	(0B)	A+(not B)+1 = A-B
	01	00	1	0	(09)	A+0+1= A+1
	00	01	1	0	(03)	0+B+1= B+1
	01	11	0	0	(06)	A+11...1+0= A-1
	11	01	0	0	(1A)	11...1+B+0= B-1
	00	00	0	0	(00)	0+0+0= 0
	11	00	0	0	(18)	11...1+0+0= 11...1



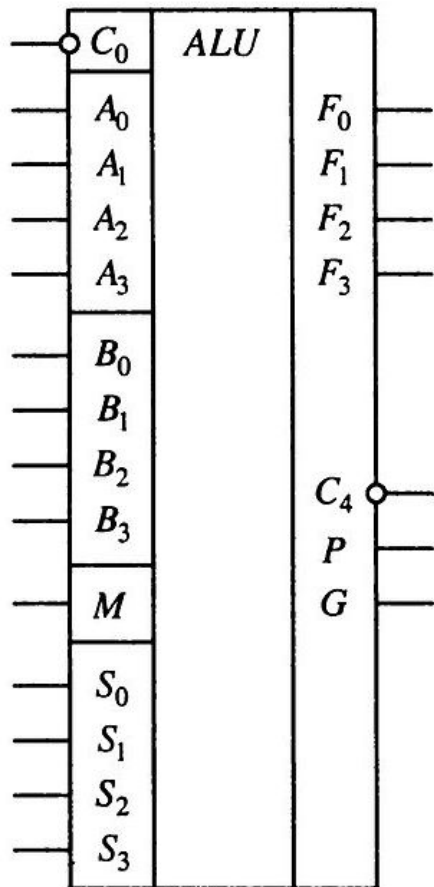
Логічний вузол



Вузел зсувів



Таблиця істинності АЛП



Входи $S_3 S_2 S_1 S_0$	Функція	
	M = 0 (арифметична)	M = 1 (логічна)
0000	$F = A - 1 + C_0$	$F = \bar{A}$
0001	$F = A \wedge B - 1 + C_0$	$F = \bar{A} \vee \bar{B}$
0010	$F = A \wedge \bar{B} - 1 + C_0$	$F = \bar{A} \vee B$
0011	$F = 1111 + C_0$	$F = 1111$
0100	$F = A + (A \vee \bar{B}) + C_0$	$F = \bar{A} \wedge \bar{B}$
0101	$F = A \wedge B + (A \vee \bar{B}) + C_0$	$F = \bar{B}$
0110	$F = A - B - 1 + C_0$	$F = A \oplus \bar{B}$
0111	$F = A \vee \bar{B} + C_0$	$F = A \vee \bar{B}$
1000	$F = A + (A \vee B) + C_0$	$F = \bar{A} \wedge B$
1001	$F = A + B + C_0$	$F = A \oplus B$
1010	$F = A \wedge \bar{B} + (A \vee B) + C_0$	$F = B$
1011	$F = A \vee B + C_0$	$F = A \vee B$
1100	$F = A + A + C_0$	$F = 0000$
1101	$F = A \wedge B + A + C_0$	$F = A \wedge \bar{B}$
1110	$F = A \wedge \bar{B} + A + C_0$	$F = A \wedge B$
1111	$F = A + C_0$	$F = A$

Тестування АЛП як буфера

Спостерігається помилка на виході F при виконанні операції:		
F=A	F=B	
ні	ні	Помилки немає
так	ні	Помилка на вході A
ні	так	Помилка на вході B
так	так	Помилка на виході F

Тестування ланцюжків переносів

$$F=A+B+C_0$$

$$A=1\dots 1$$

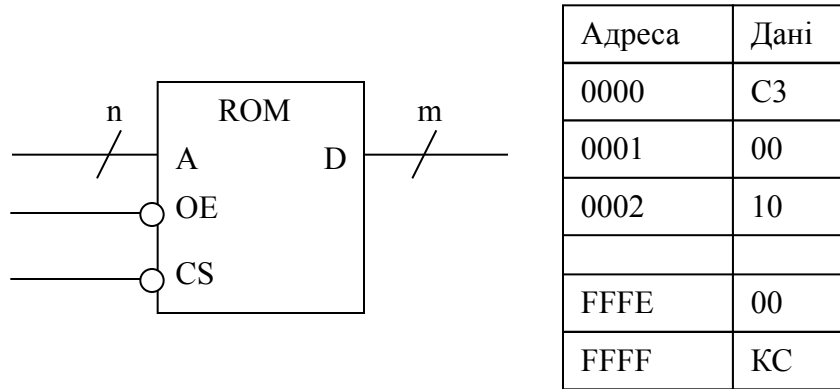
$$B=0$$

$$C_0=(1;0)$$

$$F=1\dots 1+0+1=1.0\dots 0$$

$$F=1\dots 1+0+0=0.1\dots 1$$

Методи тестування ПЗП



Основні кількісні характеристики
ПЗП:

кількість слів $N = 2^n$;

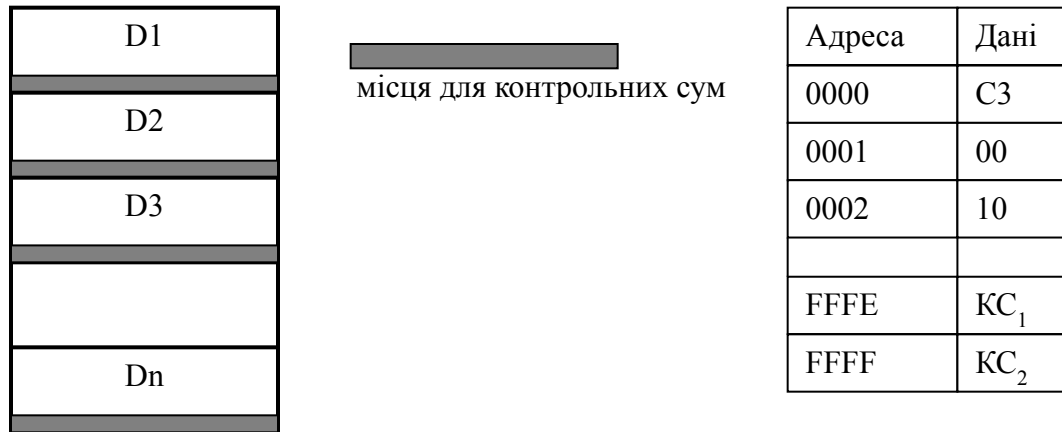
об'єм пам'яті $V = N * m = 2^n * m$ біт.

Контрольні суми

- арифметичні без врахування переносів із старшого розряду. При цьому формат контрольної суми не збігається з форматом слів, які додаються і для її збереження потрібно більше однієї комірки пам'яті. Крім того, за рахунок розповсюдження переносів при арифметичному додаванні важко визначити причину помилок (розряд слова, в якому вони виникають);
- арифметичними з додаванням переносів із старшого розряду до молодшого розряду. При цьому контрольна сума збігається за форматом з форматом слів, які додаються;
- за модулем (здебільшого за модулем 2). Міжрозрядні переноси при цьому відсутні, формат слова зберігається. Крім того, помилка в одному з розрядів слів ПЗП проявляється в цьому ж розряді контрольної суми. Але, в деяких випадках, помилки можуть компенсувати самі себе;
- за модулем із циклічним зсувом перед кожним додаванням.

Контрольні суми

- розташовано всі разом (у кінці адресного простору ПЗП);
- розподілені по всьому об'єму ПЗП (для кожної мікросхеми її контрольна сума міститься у цій самій мікросхемі). На рис. 21.2 показано місце знаходження контрольних сум в адресному просторі усього ПЗП для даного випадку, а поруч – розташування контрольних сум в адресному просторі однієї мікросхеми.

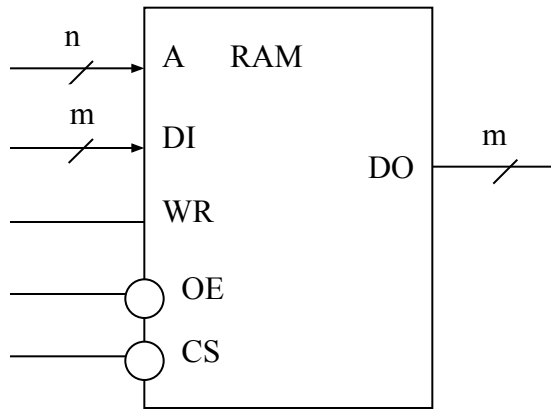


Контрольні суми для одного слова можуть

- збігатися за розрядністю з розрядністю слова (резервування ПЗП);
- мати більшу розрядність ніж розрядність слова (мажоритарний контроль ПЗП);
- дорівнювати одному розряду (контроль за парністю);
- мати проміжне значення (код Хеммінга).



Особливості тестування схем з пам'яттю (на прикладі ОЗП)



Основні кількісні характеристики ОЗП:

кількість слів $N = 2^n$;

об'єм пам'яті $V = N * m = 2^n * m$ біт.

Послідовність перевіряння ОЗП

- Основа – повторення циклів “запис-читання”
- Тест шини даних – біжуча одиничка по шині даних для однієї адреси ($A=0$)
- Тест шини адрес – біжуче слово $F...F$ на фоні $0...0$ за адресами з біжучою 1 ($A=1, 2, 4, 8, 10, 20, 40, \dots, 80...0$)
- Тест запам’ятовуючого масиву – запис 0 та 1 за всіма адресами

Тест m-розрядної шини даних

	1	2	3	...	m
A=0	00000001	00000010	00000100	...	10000000
A=1	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	...	XXXXXXXX
A=2	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	...	XXXXXXXX
	-----	-----	-----	...	-----
A=4	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	...	XXXXXXXX
	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	...	XXXXXXXX
	-----	-----	-----	...	-----
A=8	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	...	XXXXXXXX
	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	...	XXXXXXXX
	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	...	XXXXXXXX
	-----	-----	-----	...	-----
A=10	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	...	XXXXXXXX
	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	...	XXXXXXXX
	-----	-----	-----	...	-----
A=20	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	...	XXXXXXXX
	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	...	XXXXXXXX
	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	...	XXXXXXXX
	-----	-----	-----	...	-----
A=80..0	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	...	XXXXXXXX
	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	...	XXXXXXXX
	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	...	XXXXXXXX
	-----	-----	-----	...	-----
A=FF..F	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	...	XXXXXXXX
	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	...	XXXXXXXX
	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	...	XXXXXXXX

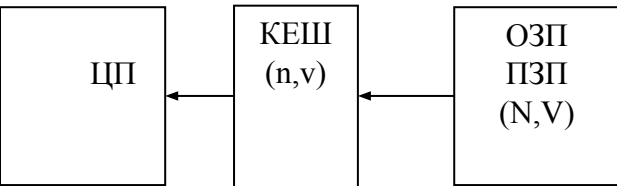
Тест n-розрядної шини адреси

	1	2	3	4	n-1
A=0	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000
A=1	11111111	00000000	00000000	00000000	00000000
A=2	00000000	11111111	00000000	00000000	00000000
	-----	-----	-----	-----	-----
A=4	00000000	00000000	11111111	00000000	00000000
	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000
	-----	-----	-----	-----	-----
A=8	00000000	00000000	00000000	11111111	00000000
	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000
	-----	-----	-----	-----	-----
A=10	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000
	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000
	-----	-----	-----	-----	-----
A=20	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000
	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000
	-----	-----	-----	-----	-----
A=80..0	00000000	00000000	00000000	00000000	11111111
	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000
	-----	-----	-----	-----	-----
A=FF..F	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000
	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000
	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000

Тест масиву пам'яті

	1	2
A=0	00000000	11111111
A=1	00000000	11111111
A=2	00000000	11111111
	-----	-----
A=4	00000000	11111111
	00000000	11111111
	-----	-----
	00000000	11111111
A=8	00000000	11111111
	00000000	11111111
	-----	-----
	00000000	11111111
A=10	00000000	11111111
	00000000	11111111
	-----	-----
	00000000	11111111
A=20	00000000	11111111
	00000000	11111111
	-----	-----
	00000000	11111111
	00000000	11111111
A=80..0	00000000	11111111
	00000000	11111111
	-----	-----
	00000000	11111111
	00000000	11111111
A=FF..F	00000000	11111111

Кеш-пам'ять команд

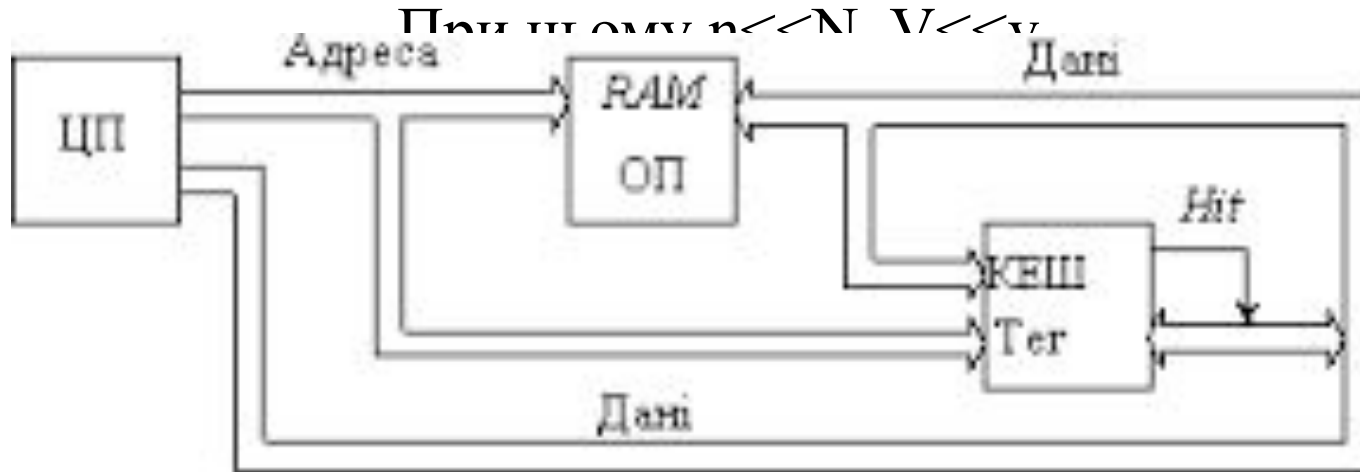


Принцип локалізації: якщо якась команда програми зараз виконується, скоріше за все:

наступна команда буде у просторі: поруч (локалізація у просторі);

а дана команда скоро повторно буде виконуватися (локалізація у часі).

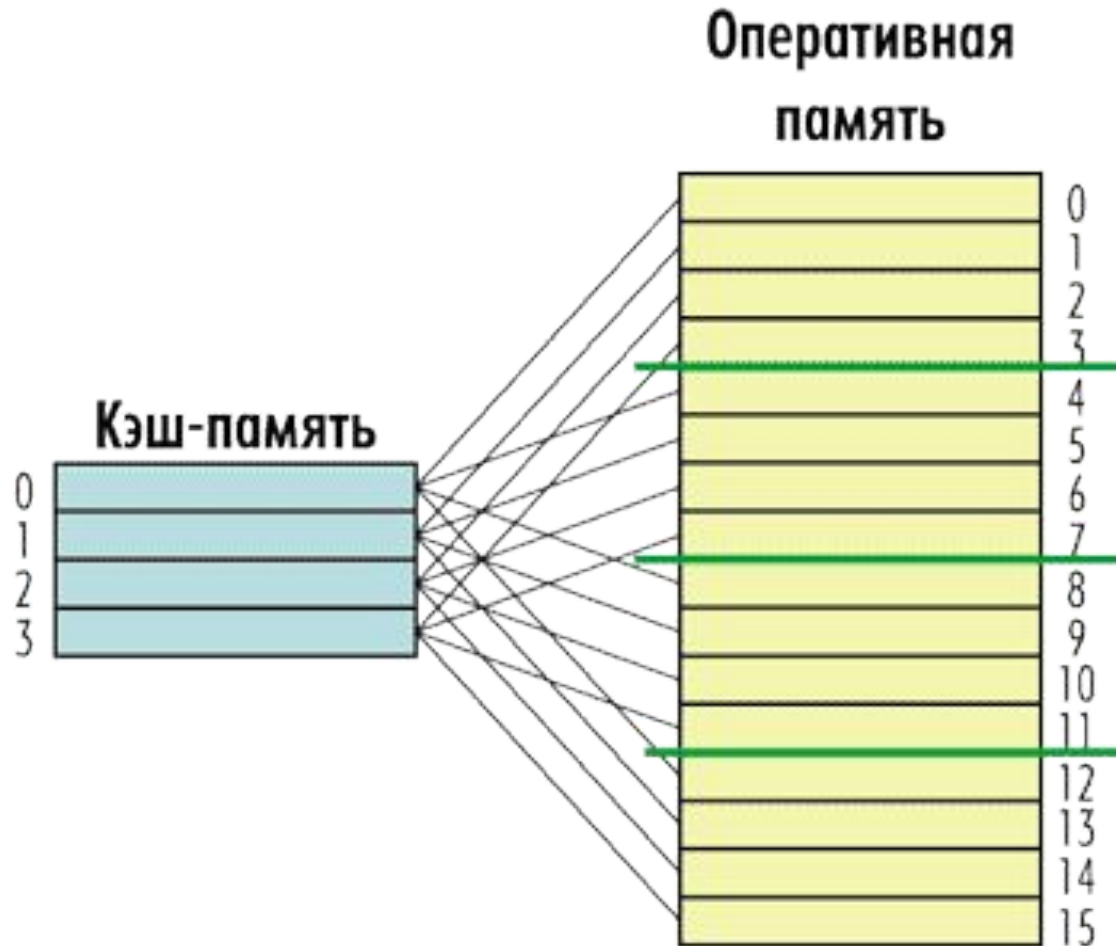
n, v – відповідно об'єм і швидкодія кеш-пам'яті;
 N, V – відповідно об'єм і швидкодія основної пам'яті.



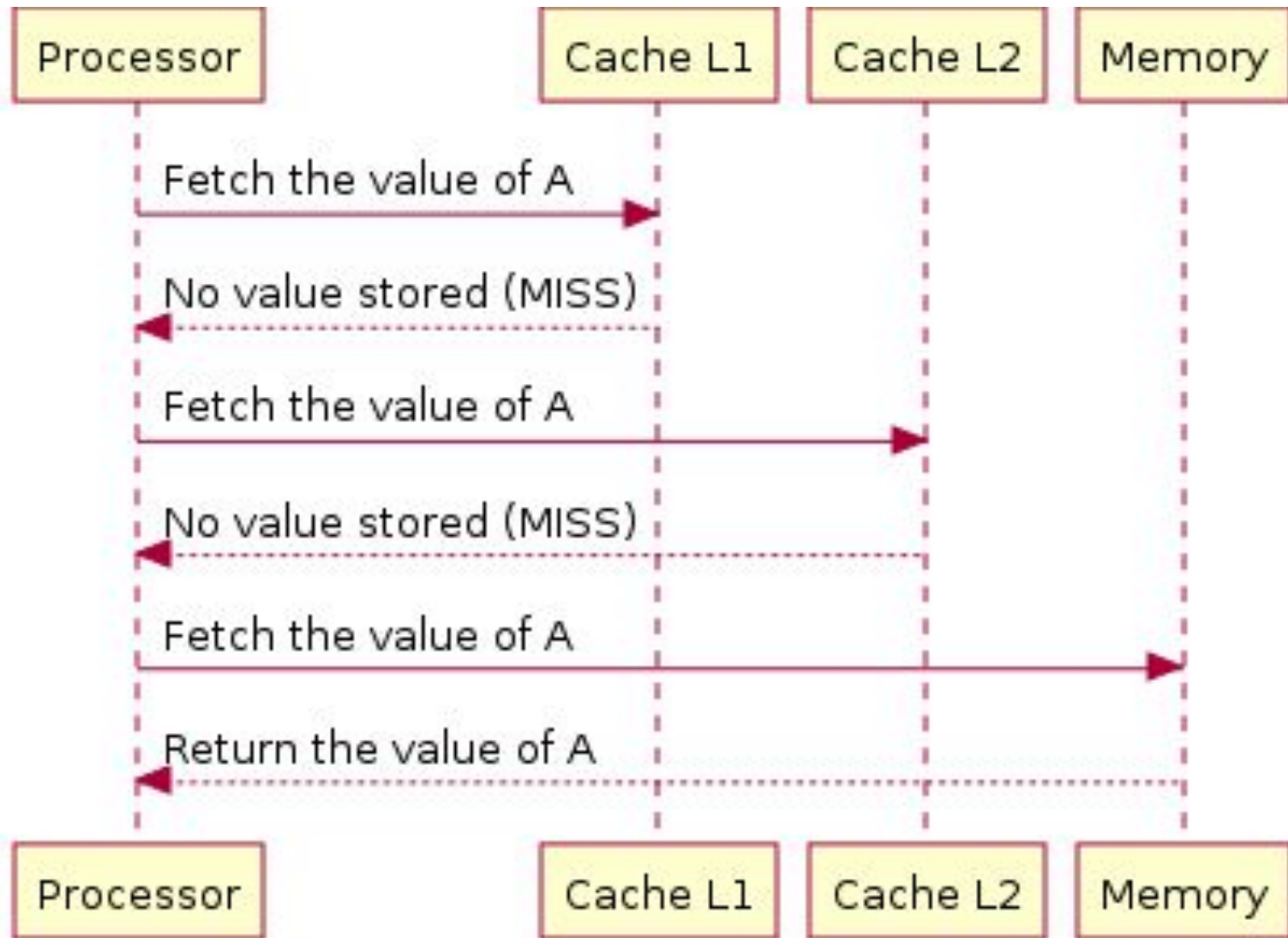
Методи заміщення даних в кеш-пам'яті

- LRU ([англ.](#) *Least Recently Used*) — витісняється буфер, що не використовувався найдовше;
- MRU ([англ.](#) *Most Recently Used*) — витісняється останній використаний буфер;
- [LFU](#) ([англ.](#)) ([англ.](#) *Least Frequently Used*) — витісняється буфер, використаний менше всіх;
- [ARC](#) ([англ.](#)) ([англ.](#) *Adaptive Replacement Cache*) — алгоритм витіснення, що комбінує LRU і LFU, запатентований IBM.
- Інші

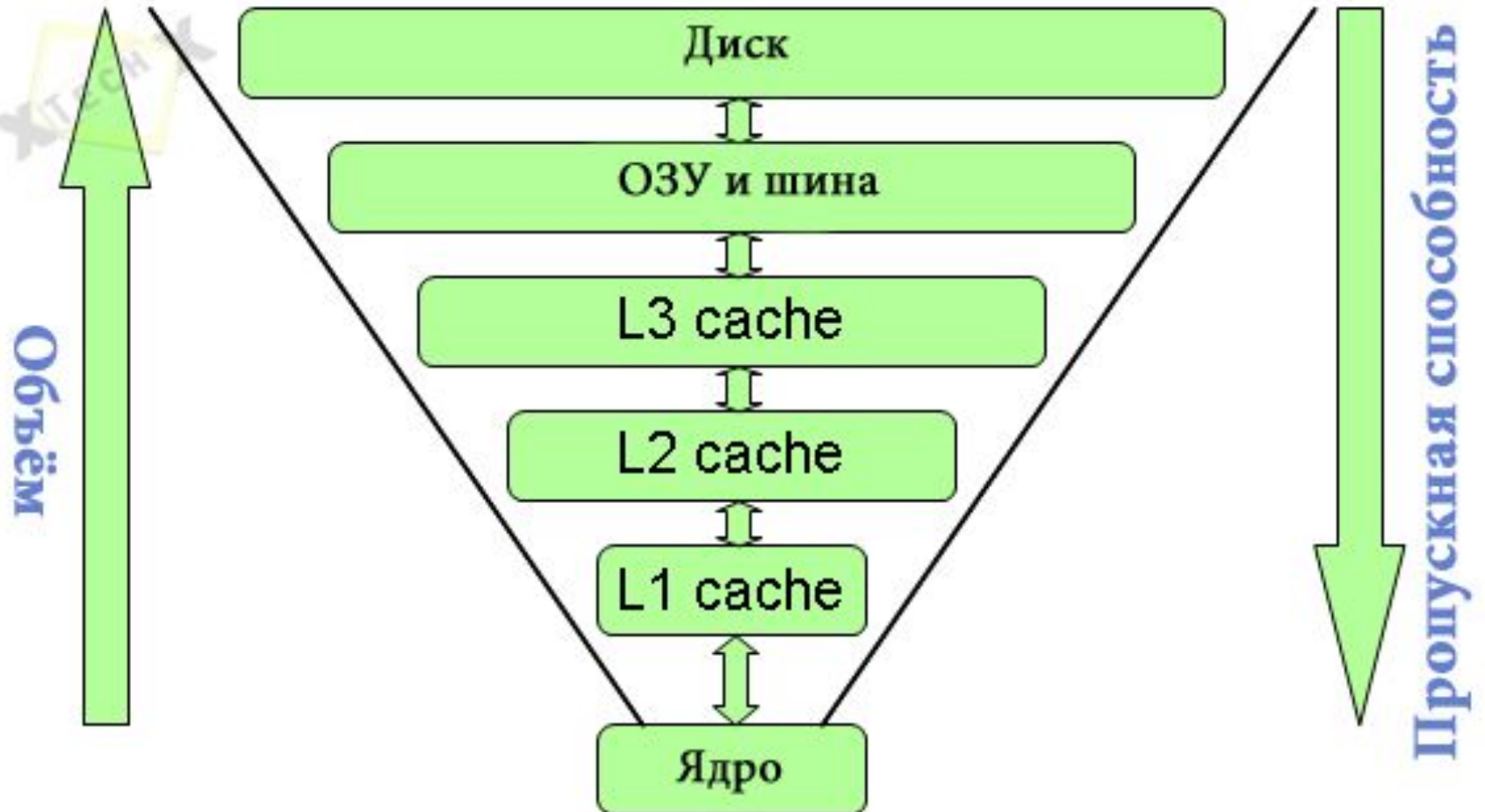
Структура кеш-пам'яті з прямим відображенням



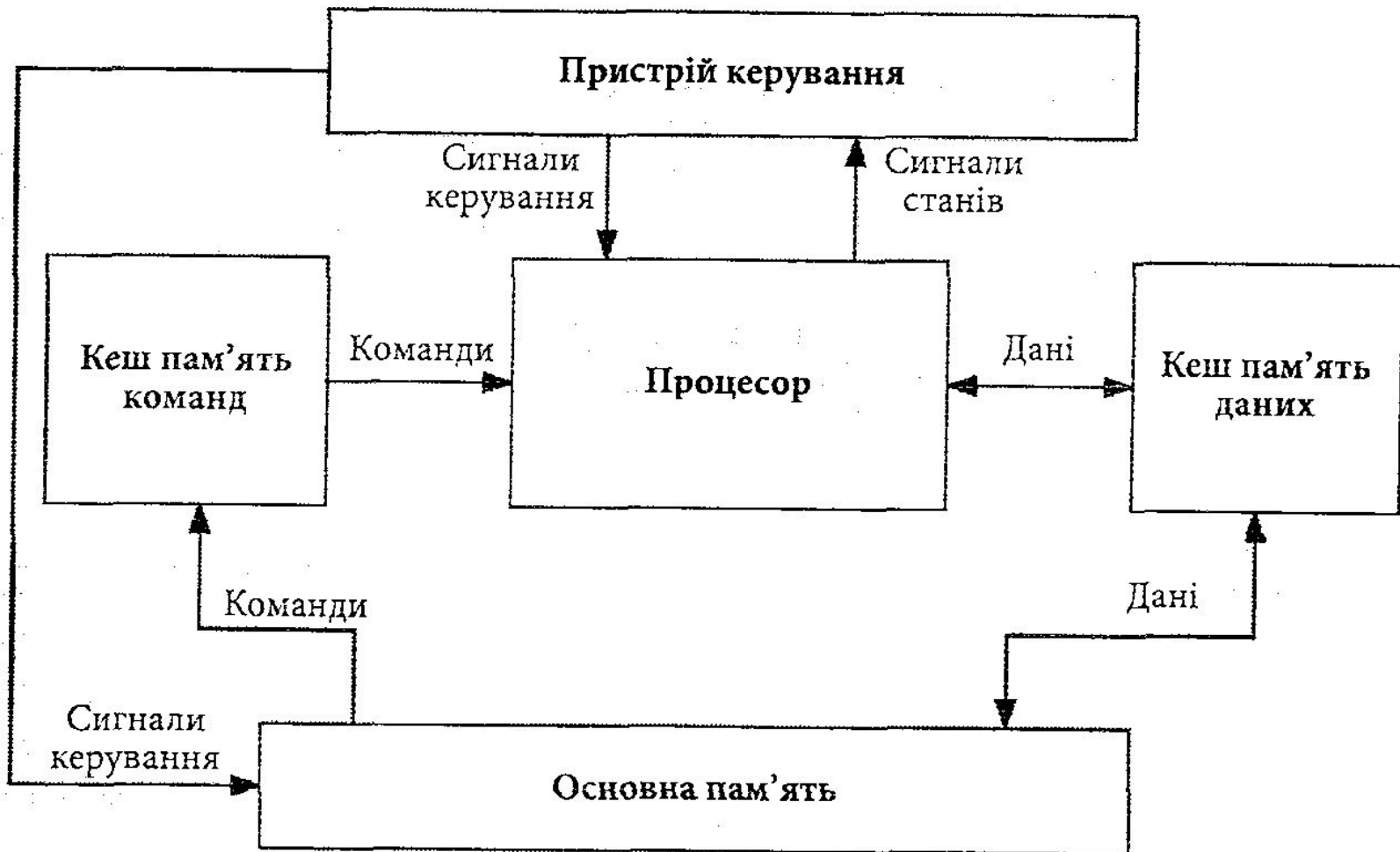
Багаторівневий кеш



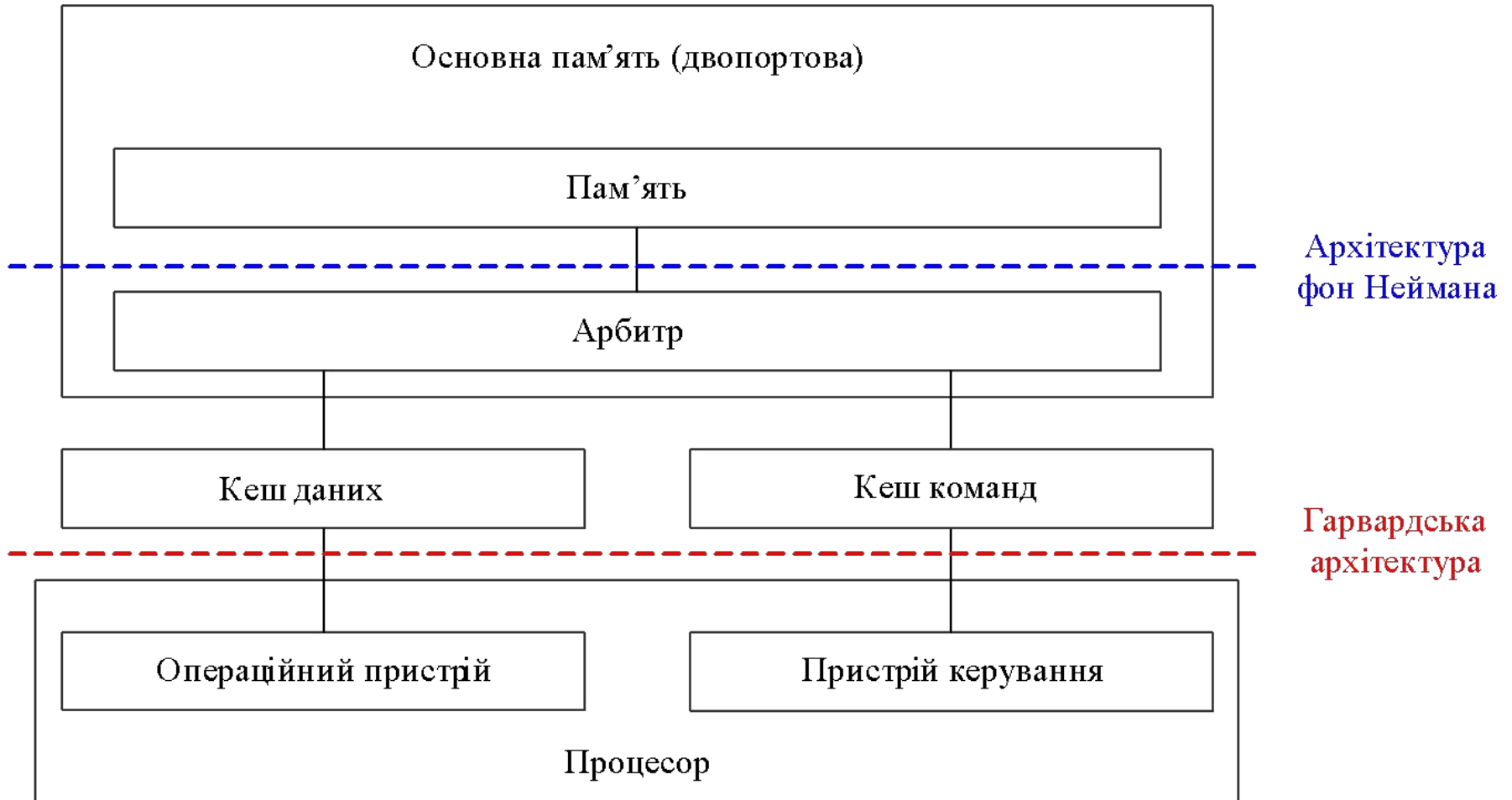
Рівні кеш-пам'яті



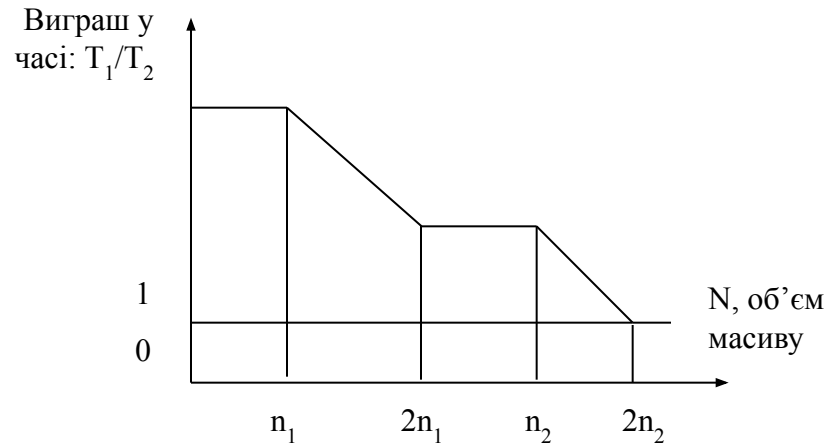
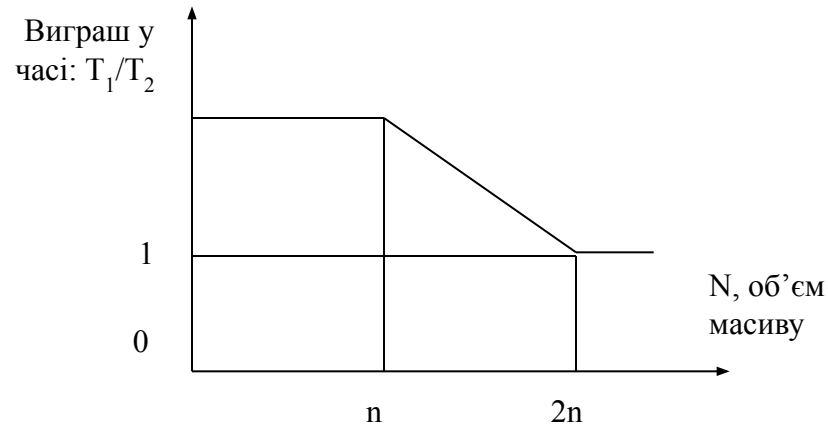
Кеш-пам'ять



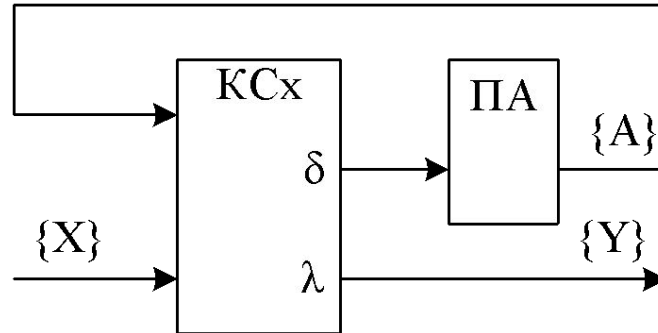
Поєднання архітектур



Тестування кеш-пам'яті



Загальна структурна схема цифрового автомата



КСх - комбінаційна схема

ПА - пам'ять автомата

δ – функція переходів

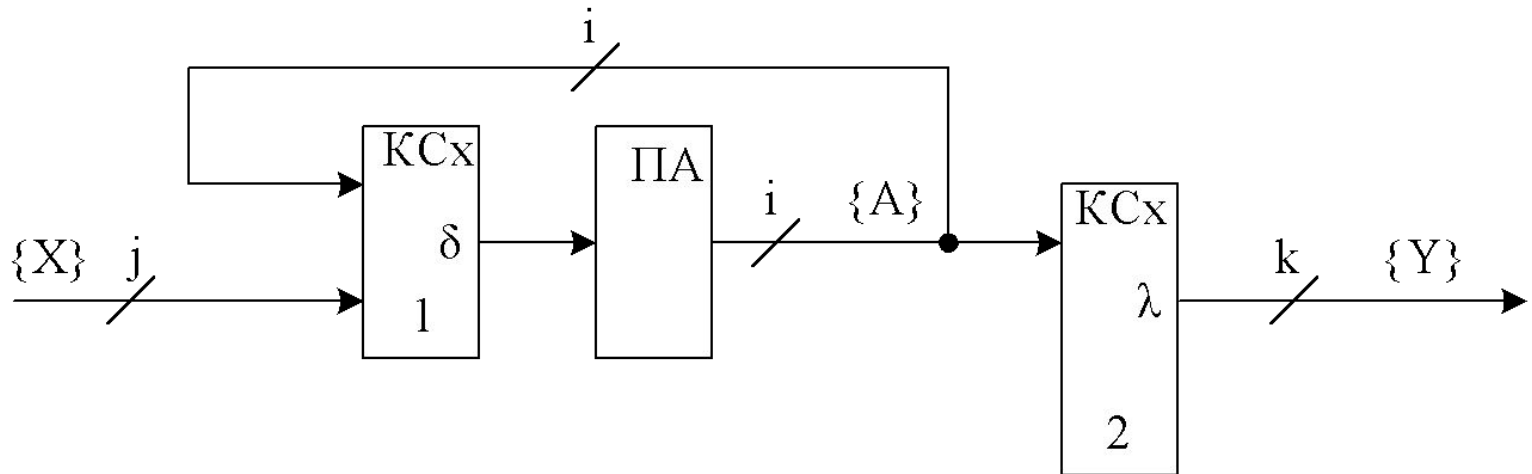
λ – функція виходів

$\{X\}$ – множина вхідних сигналів

$\{Y\}$ – множина вихідних сигналів

$\{A\}$ – множина внутрішніх станів

Структурна схема автомата Мура



КСх - комбінаційна схема

ПА - пам'ять автомата

δ - функція переходів

λ - функція виходів

j - кількість вхідних сигналів

k - кількість вихідних сигналів

$\{X\}$ - множина вхідних сигналів

$\{Y\}$ - множина вихідних сигналів

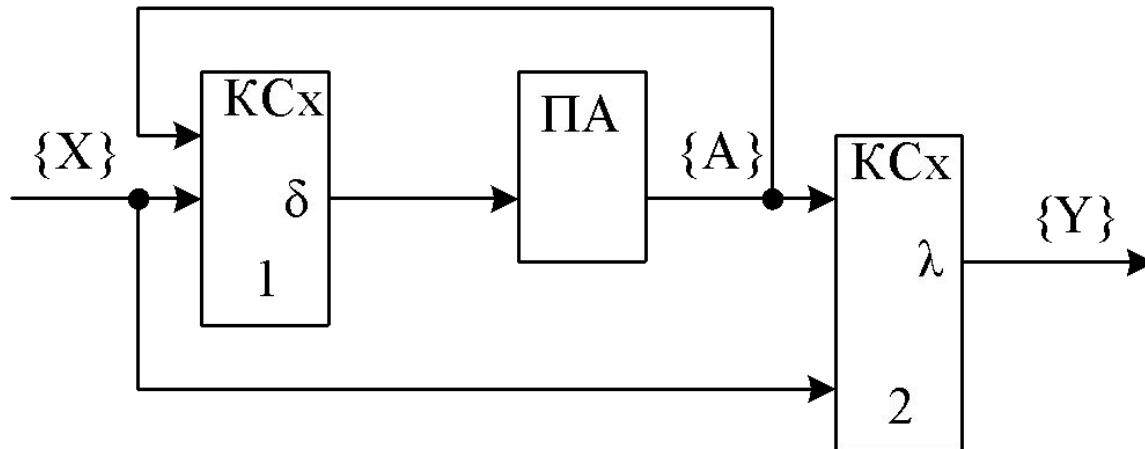
$\{A\}$ - множина внутрішніх станів

i - розрядність зворотного зв'язку,

кількість тригерів у пам'яті

автомата

Структурна схема автомата Мілі



КСх - комбінаційна схема

ПА - пам'ять автомата

δ – функція переходів

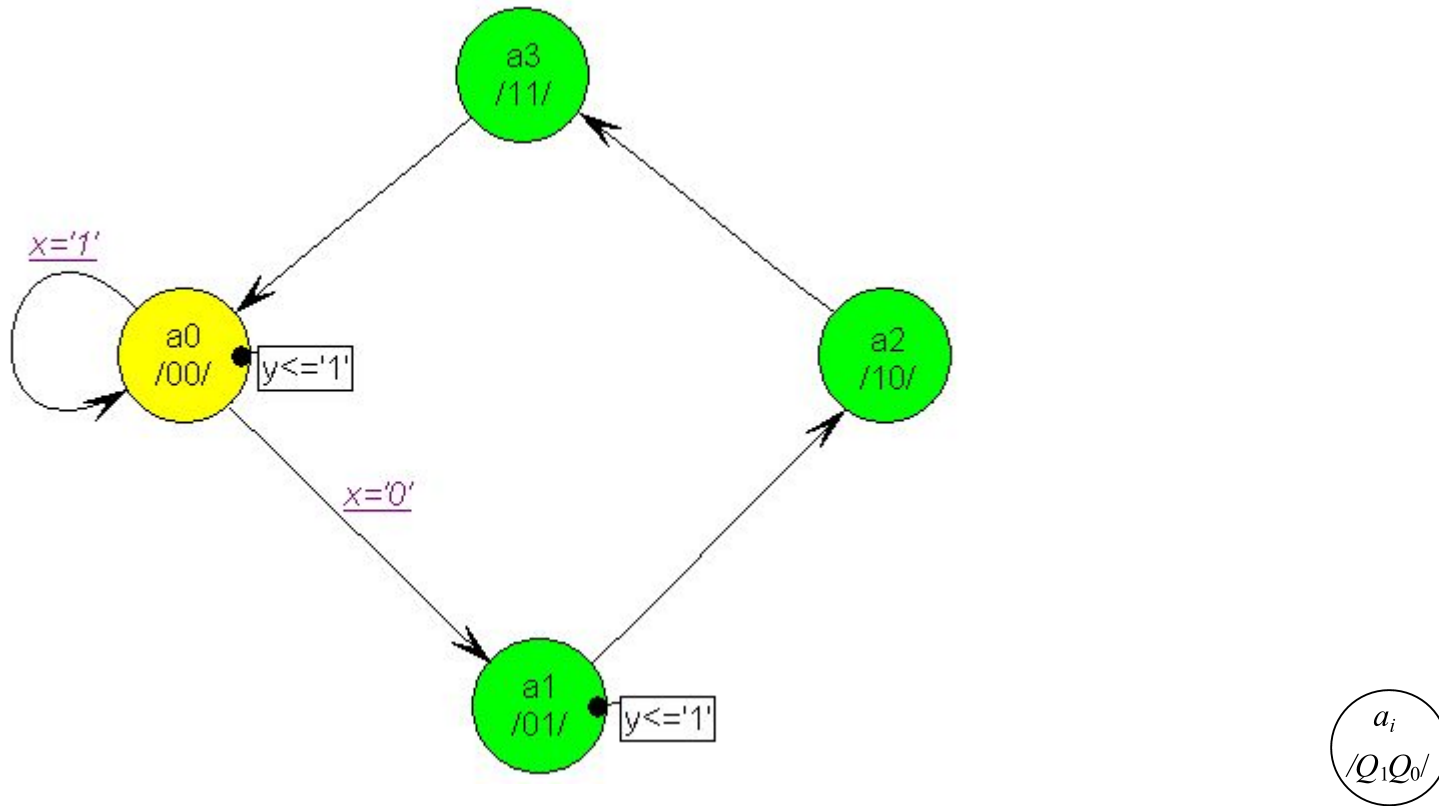
λ – функція виходів

$\{X\}$ – множина вхідних сигналів

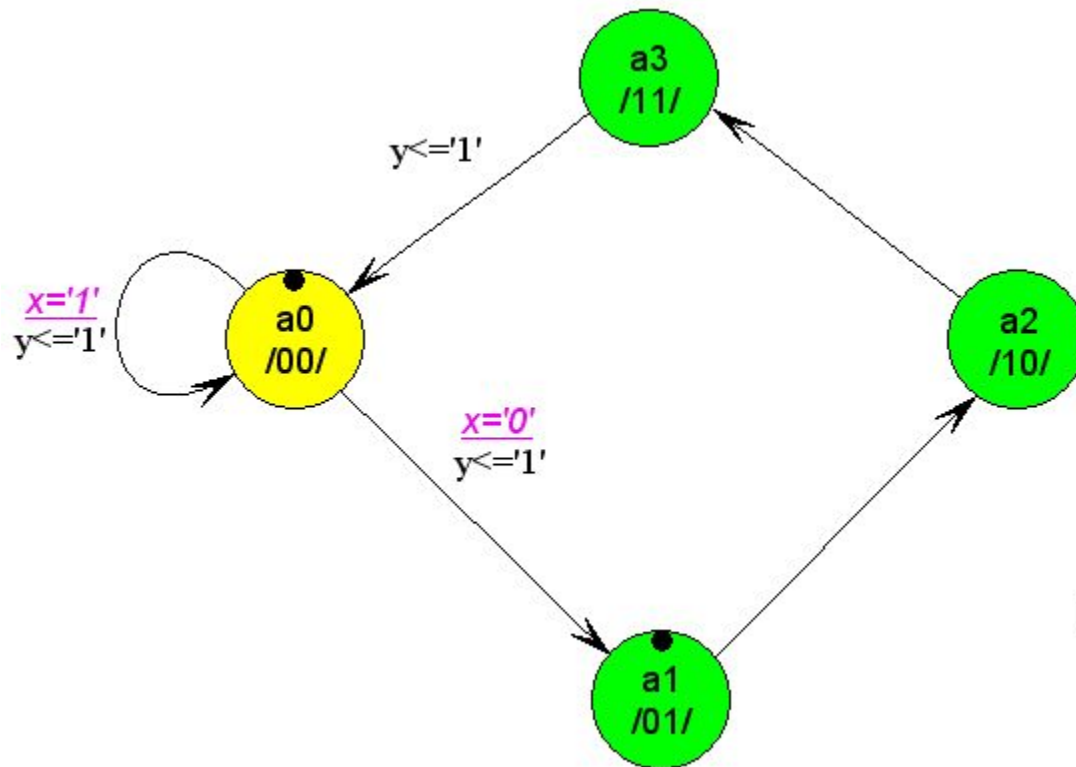
$\{Y\}$ – множина вихідних сигналів

$\{A\}$ – множина внутрішніх станів

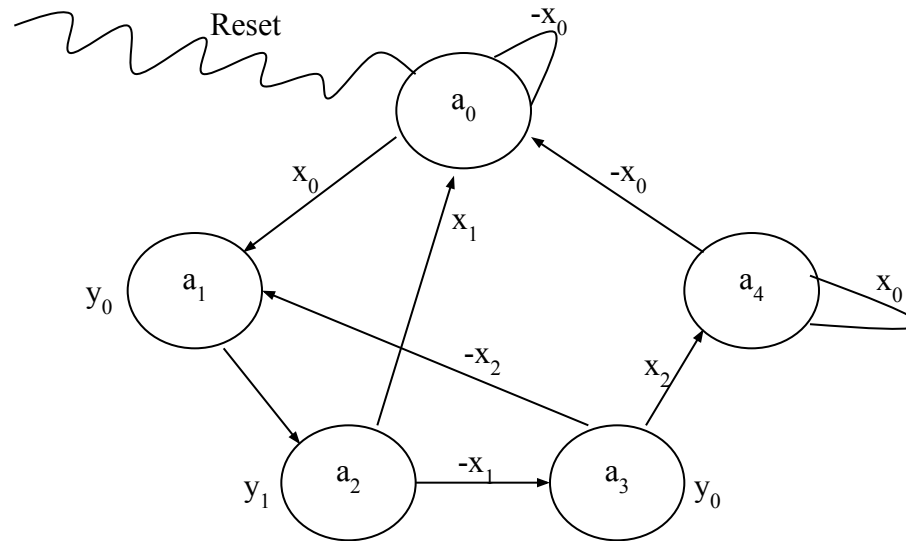
Граф автомата Мура



Граф автомата Мілі



Особливості тестування цифрових автоматів



Цифровий автомат характеризується:

набором вхідних сигналів $\{X\}$;

набором вихідних сигналів $\{Y\}$;

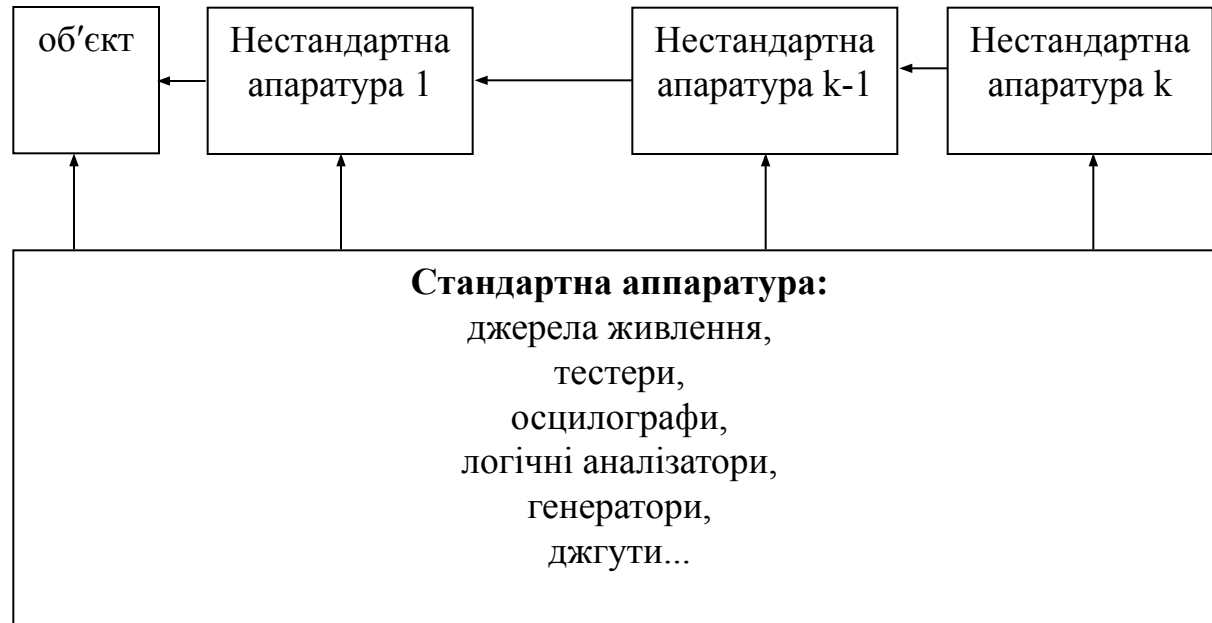
набором внутрішніх станів $\{A\}$;

початковим станом a_0 ;

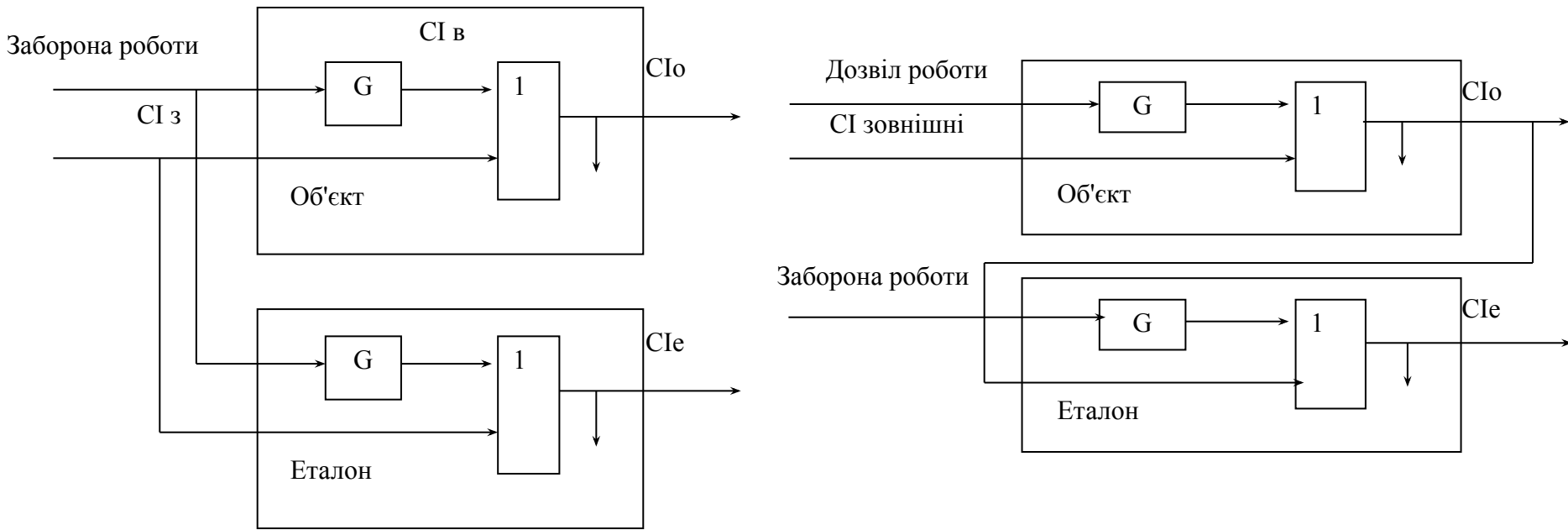
правилом формування вихідних сигналів;

правилом формування наступного внутрішнього стану.

Стандартне і нестандартне обладнання



Перевірка у статиці, псевдодинаміці і динаміці.

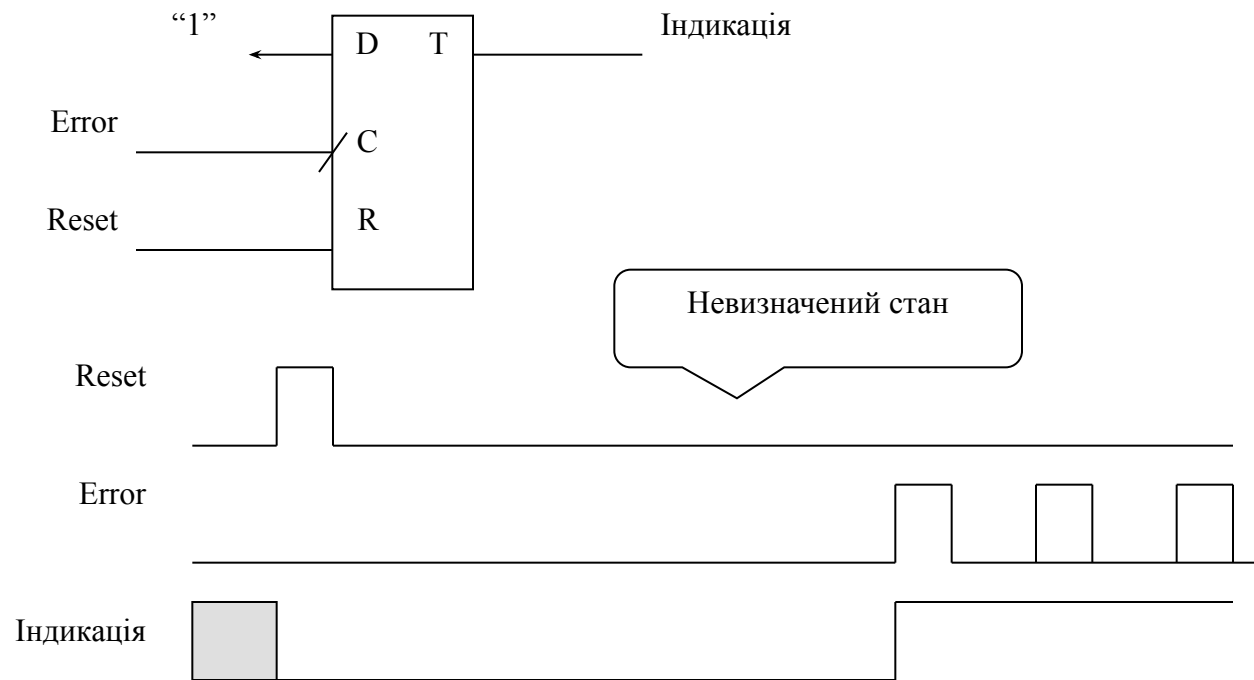


- 1) CI_3 формуються вручну оператором за допомогою кнопки або тумблера, тобто період зовнішніх синхроімпульсів набагато більший за період внутрішніх синхроімпульсів $TCI_3 \gg TCI_в$. Такий режим тестування носить назву перевірка у статиці, оскільки можна вважати, що після подачі чергового синхроімпульса стан об'єкта тривалий час (секунди, хвилини) не міняється;
- 2) період CI_3 збігається з періодом $CI_в$, $TCI_3 = TCI_в$. Такий режим тестування називається перевіркою у динаміці, оскільки об'єкт працює на максимальній швидкості у реальному масштабі часу;
- 3) CI_3 формуються спеціалізованим тестуючим комп'ютером, при цьому період зовнішніх синхроімпульсів не набагато більший за період внутрішніх синхроімпульсів $TCI_3 > TCI_в$. Такий режим тестування носить назву перевірка у псевдодинаміці, оскільки частота зовнішніх синхроімпульсів все ж таки досить висока по відношенню до частоти синхроімпульсів, які вручну може зформувати людина, але менше за частоту внутрішніх синхроімпульсів об'єкта.

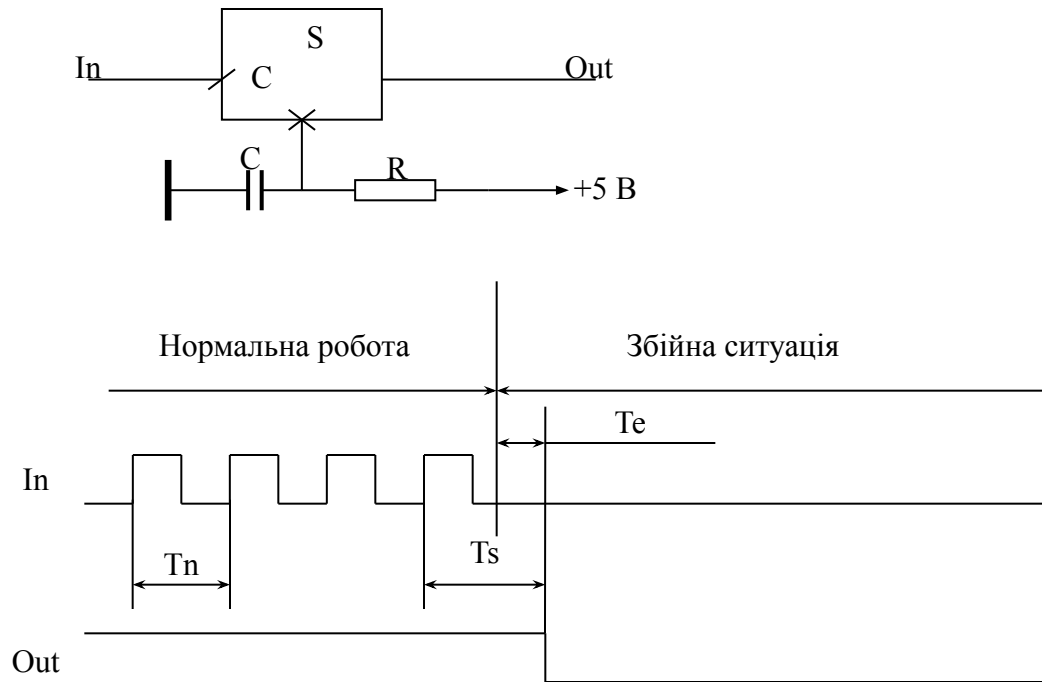
Пастки сигналів

- Хибні стани засобів обчислювальної техніки можуть характеризуватися:
 - 1) однократною появою короткого імпульсу;
 - 2) появою безперервної послідовності імпульсів;
 - 3) зникненням імпульсів;
 - 4) зменшенням частоти імпульсів;
 - 5) збільшенням частоти імпульсів.

- 1) однократна поява короткого імпульсу;
- 2) поява безперервної послідовності імпульсів;

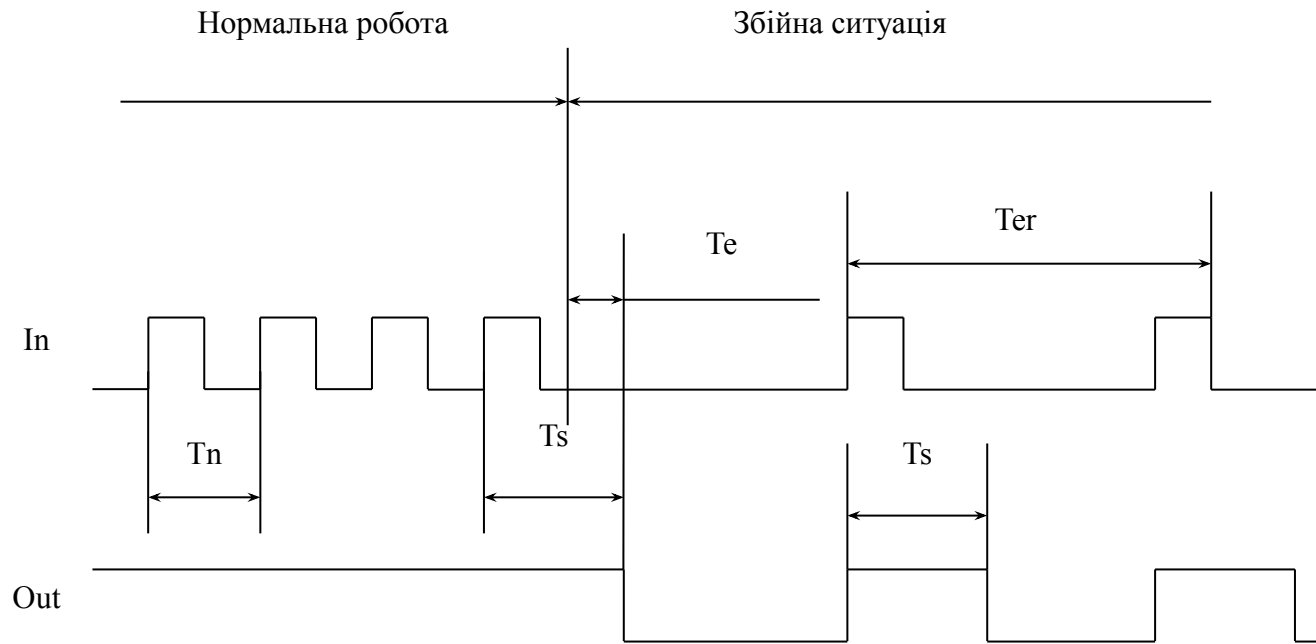


Зникнення імпульсів;

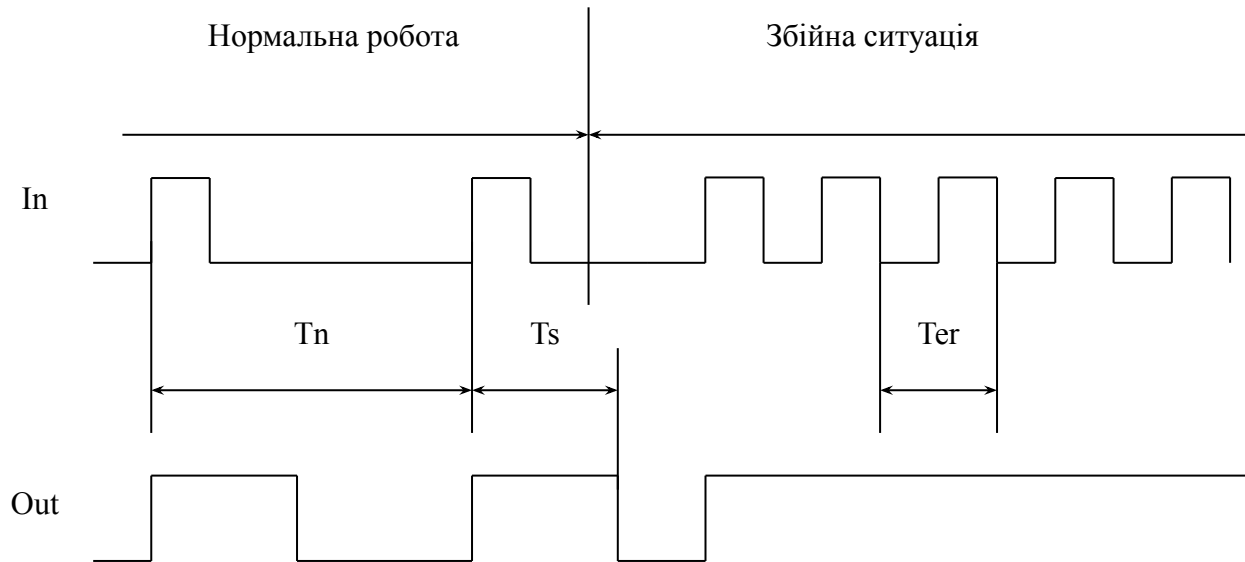


- Аналоговий одновібратор
- Цифровий одновібратор (цифровий автомат)

ЗМЕНШЕННЯ ЧАСТОТИ ІМПУЛЬСІВ;



збільшення частоти імпульсів;



Варіанти синхронізації осцилографів та аналізаторів

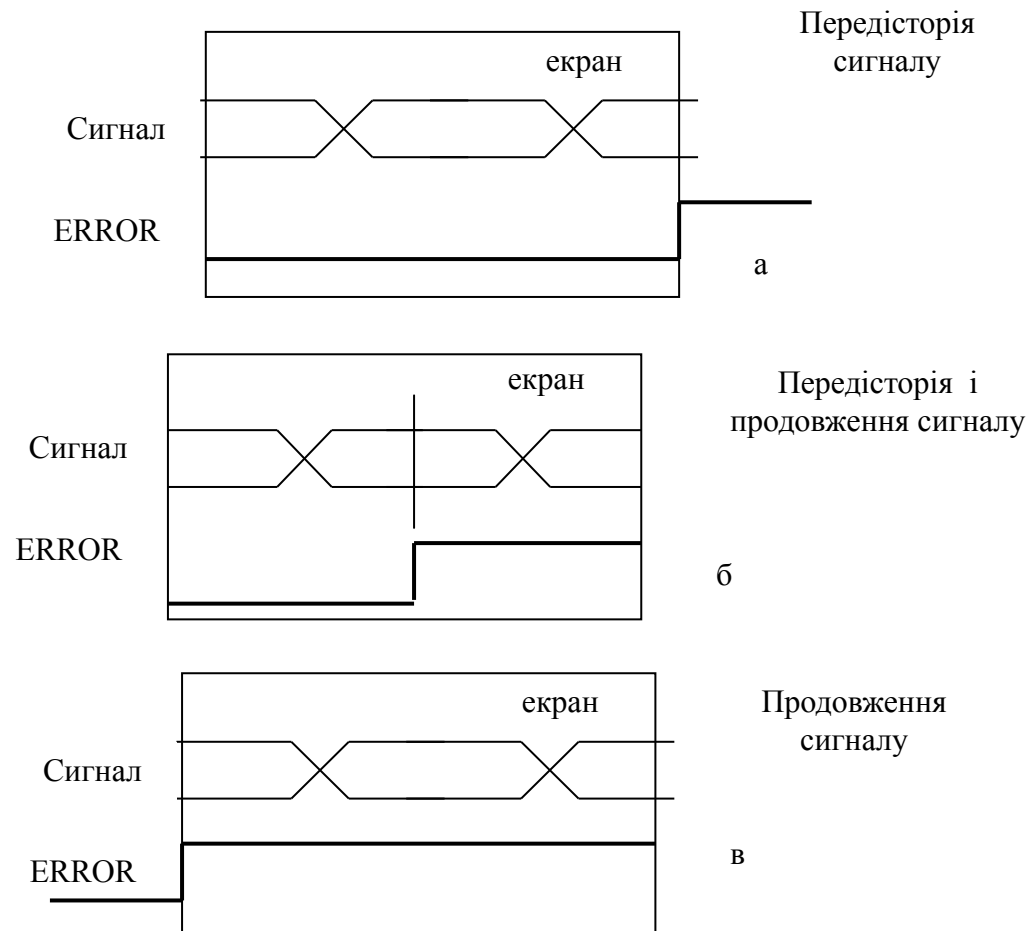


Рис. 17.3

Трасування, режими трасування

- при дослідженні мікропроцесорної системи може зніматися траса, 96-розрядні слова якої утворюються з:
- шини адреси мікропроцесорної системи (24 двійкових розряди);
- шина даних мікропроцесорної системи (32 двійкових розряди);
- шина управління мікропроцесорної системи (8 двійкових розрядів);
- стану таймера (32 двійкових розряди).

У цьому випадку говорять, що слово траси поділяється на відповідні поля (адреси, даних, управління, часу).

Пристрої, які можуть знімати трасу

- універсальні - логічні аналізатори, призначені для зняття довільних трас;
- спеціалізовані - аналізатори шини, призначені для зняття трас з стандартних мікропроцесорних шин (ISA, EISA, PCI, VME або якихось інших).

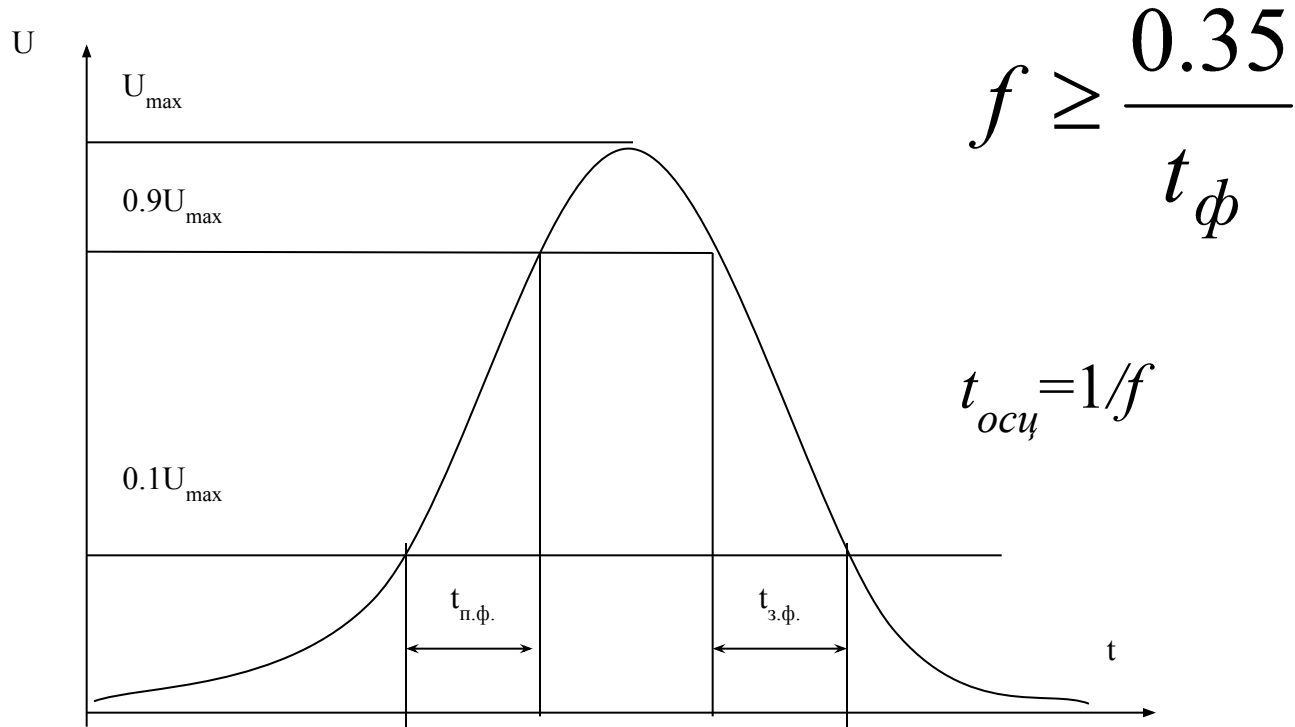
Ознаками, які визначають початок і кінець трасування

- заповнення пам'яті;
- асинхронний сигнал людини-оператора (сигнал "Пуск" або сигнал "Стоп");
- наявність однієї з умов синхронізації:
 - ✓ наперед визначений стан пастки сигналів;
 - ✓ наперед визначений стан усього слова траси або його окремих розрядів;
 - ✓ наперед визначена обмежена послідовність слів траси або їхніх окремих розрядів.

Режими синхронізації

Режим	Початок	Кінець
1	Сигнал "Пуск"	Заповнення пам'яті
2	Сигнал "Пуск"	Умова синхронізації
3	Сигнал "Пуск"	N тактів після виникнення умови синхронізації
4	Сигнал "Пуск"	Сигнал "Стоп"
5	Умова синхронізації	Заповнення пам'яті
6	Умова синхронізації	Сигнал "Стоп"

тривалість фронтів, смуга пропускання, екранний фронт



$$t_{фр.екр} = \sqrt[2]{t_{фр.реал}^2 + t_{осц}^2}$$

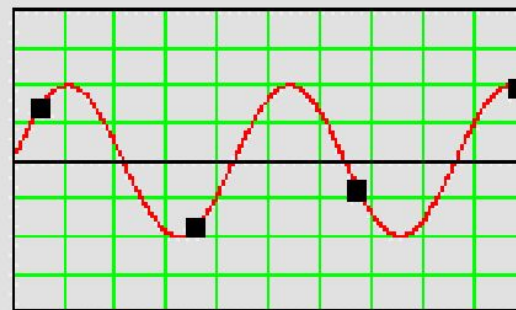
Терема Котельнікова $f_{\text{вимір}} < 2f_{\text{сигн}}$

Aliasing



No Aliasing

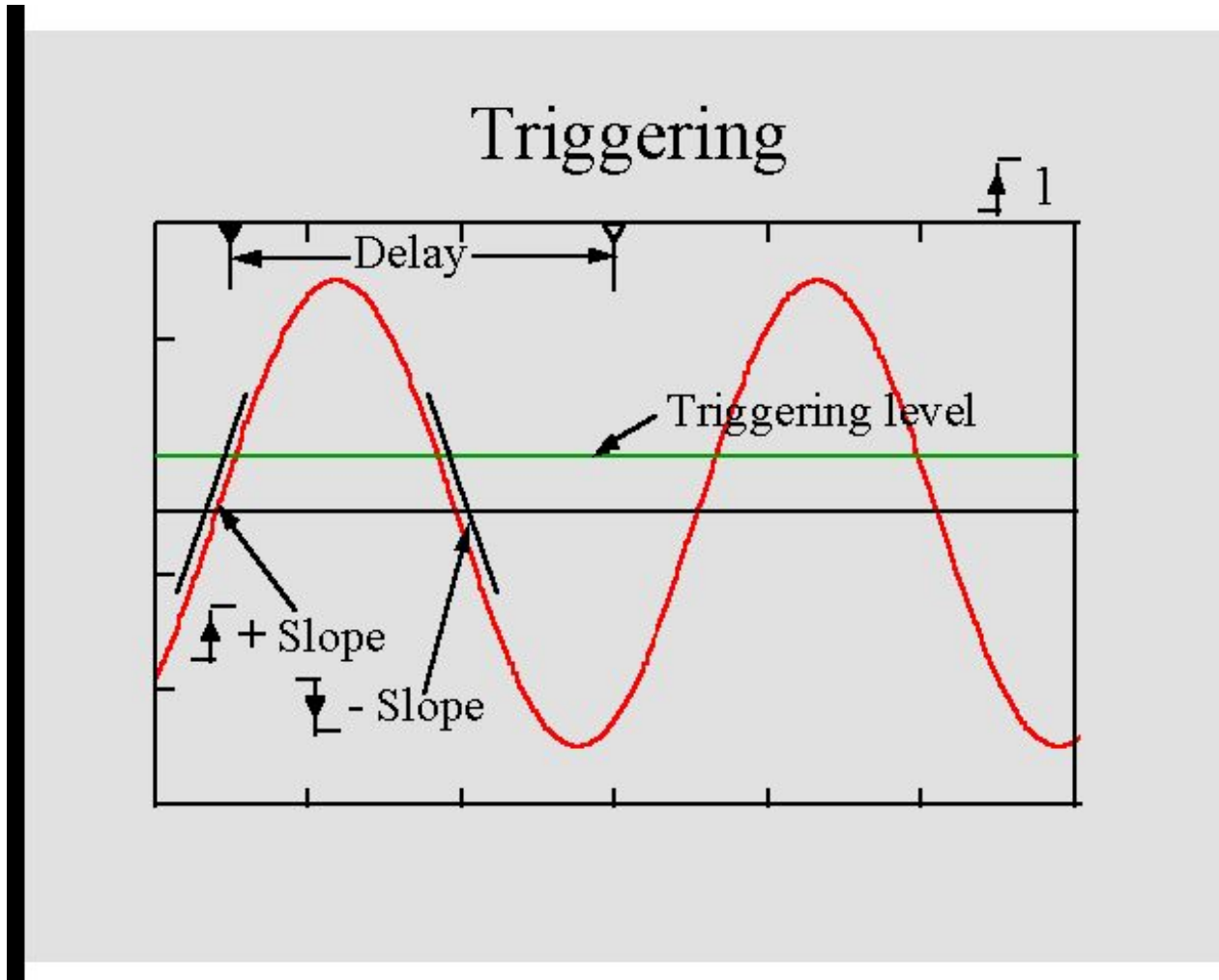
$$f_{\text{sampling}} > 2 f_{\text{signal}}$$



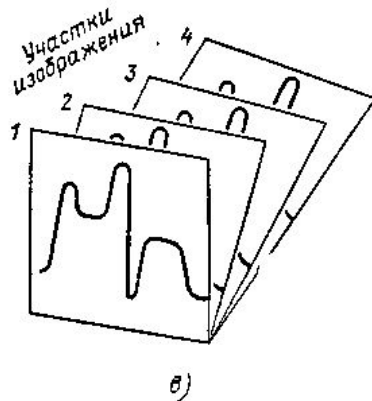
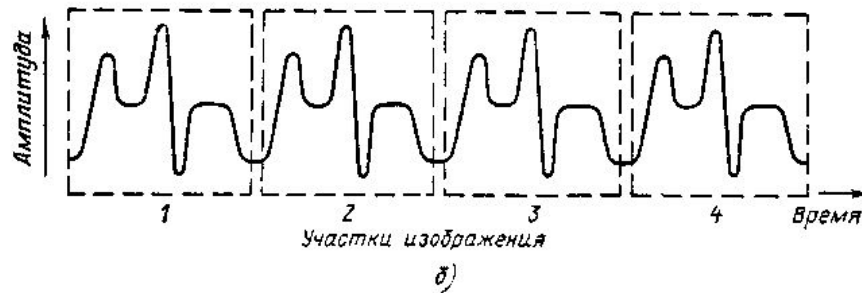
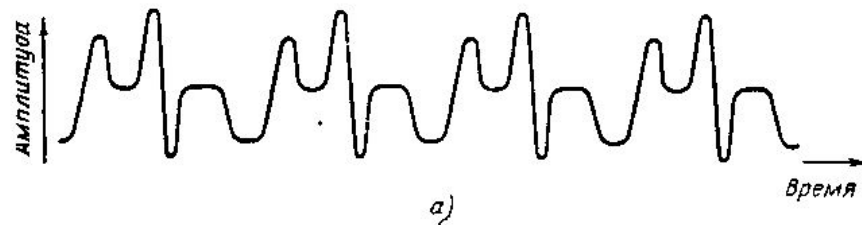
Aliasing

$$f_{\text{sampling}} < 2 f_{\text{signal}}$$

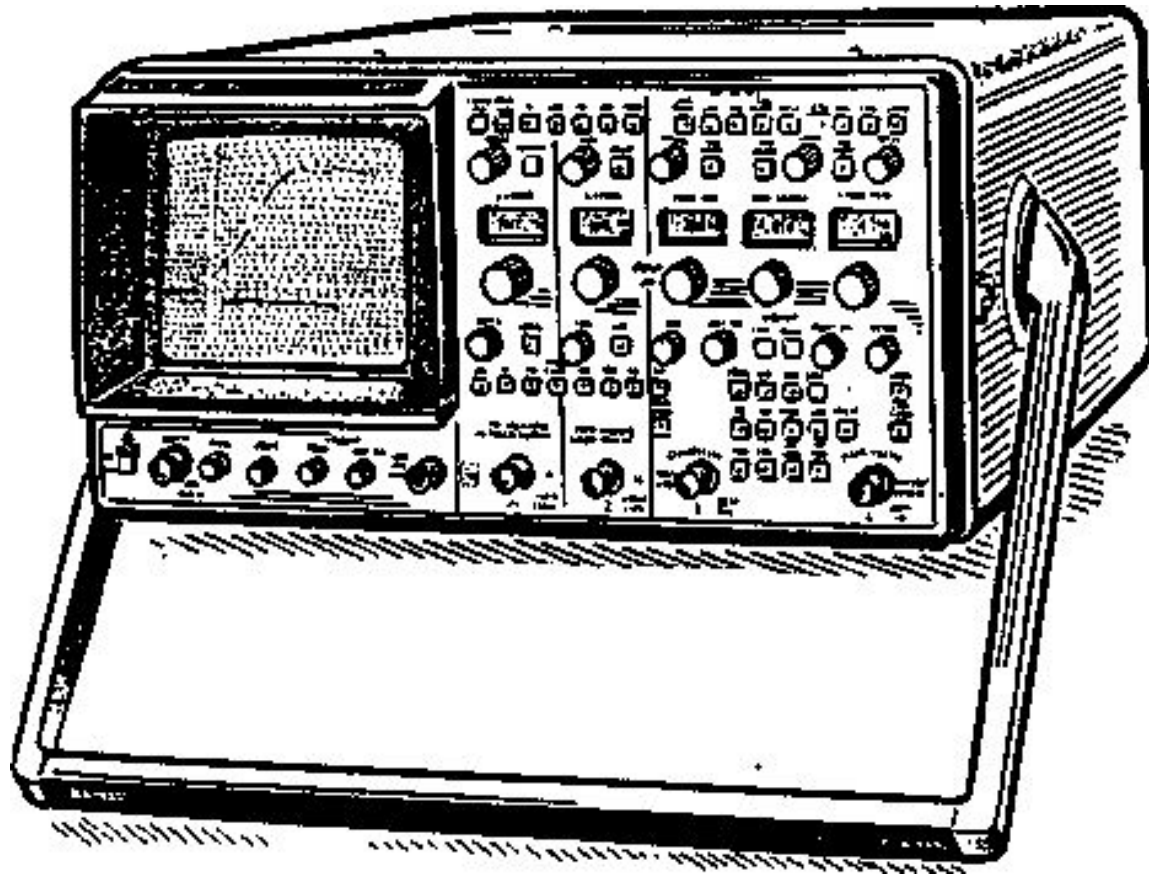
Варіанти синхронізації



Особливості роботи аналогових осцилографів



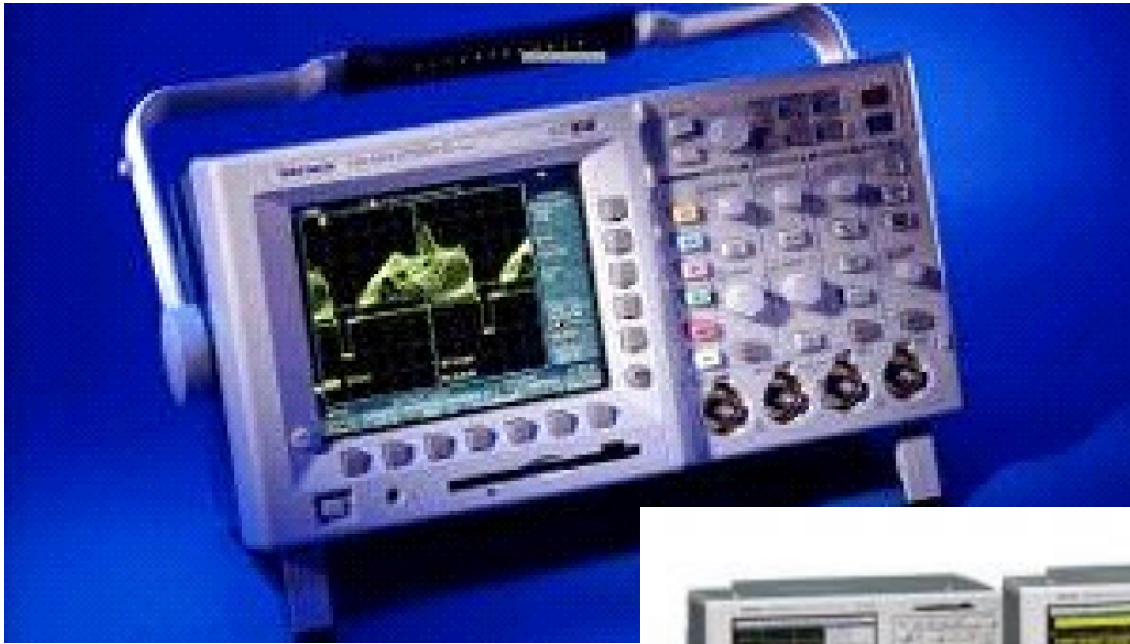
Осциллограф із робочою частотою до 350 МГц Philips PM 3295



PCI-420 i PCI-430



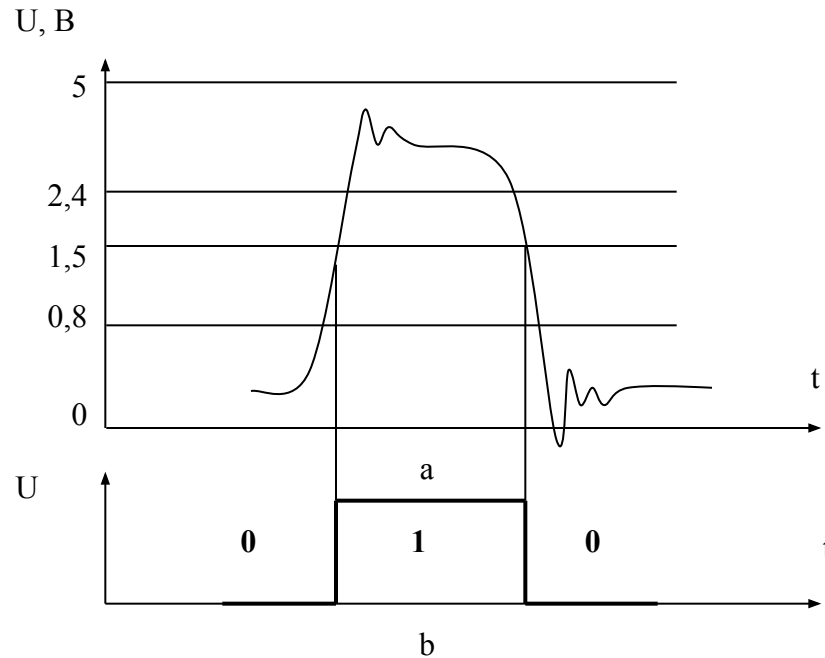
TDS-220/224(4 канала) Tektronix (США)



TDS-5034B



Сприйняття сигналів логічним аналізатором



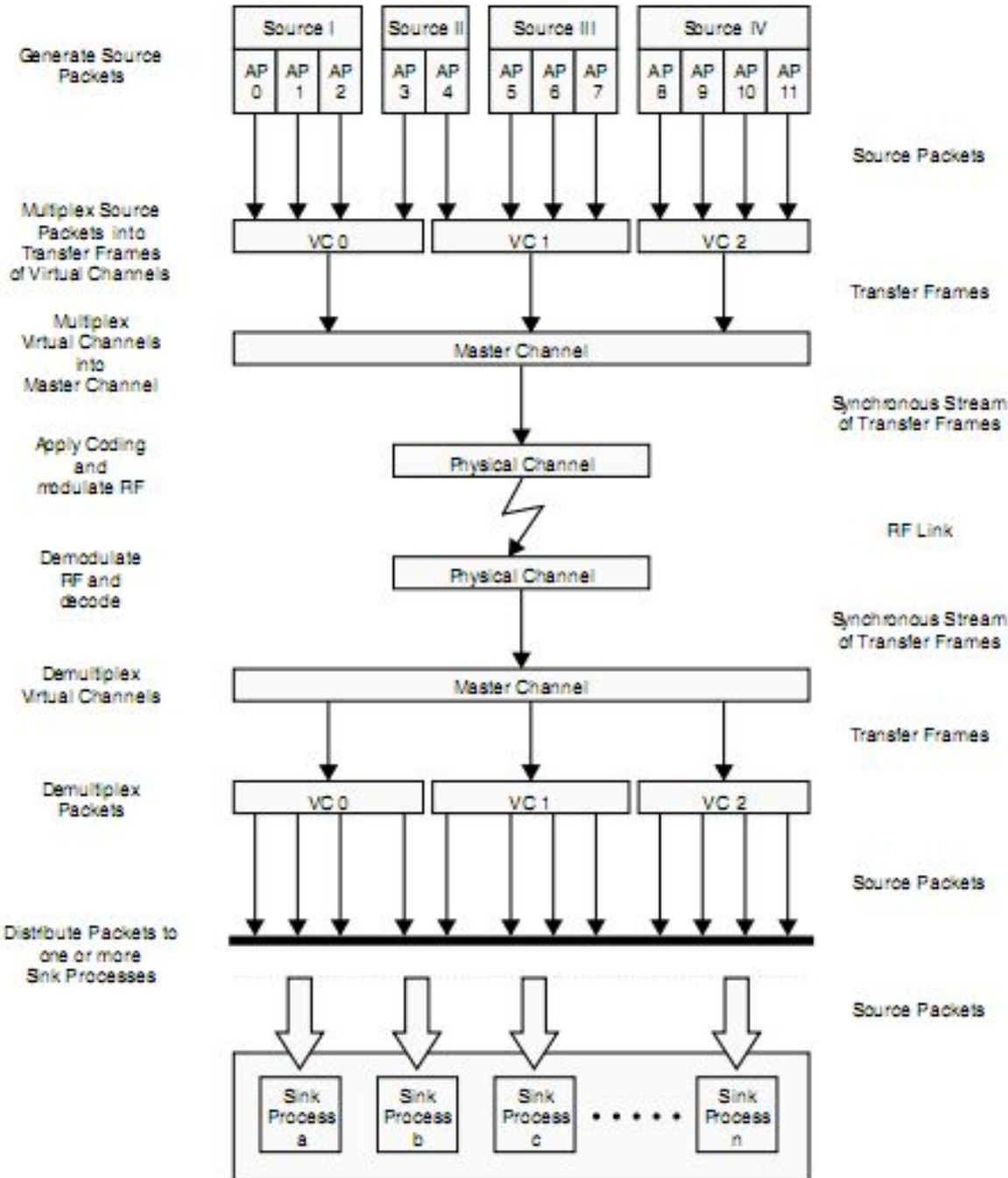
СЗНІ “IonoSat micro” в структурі
 передачі телеметрії ESA
 “IonoSat micro” SDCS and ESA
 telemetry data transmission structure

1. RECOMMENDATION FOR SPACE DATA SYSTEM STANDARDS. PACKET TELEMETRY. CCSDS 102.0-B-5. Consultative Committee for Space Data Systems BLUE BOOK. November 2000.
2. RECOMMENDATION FOR SPACE DATA SYSTEM STANDARDS TELEMETRY CHANNEL CODING CCSDS 101.0-B-6 Consultative Committee for Space Data Systems BLUE BOOK October 2002

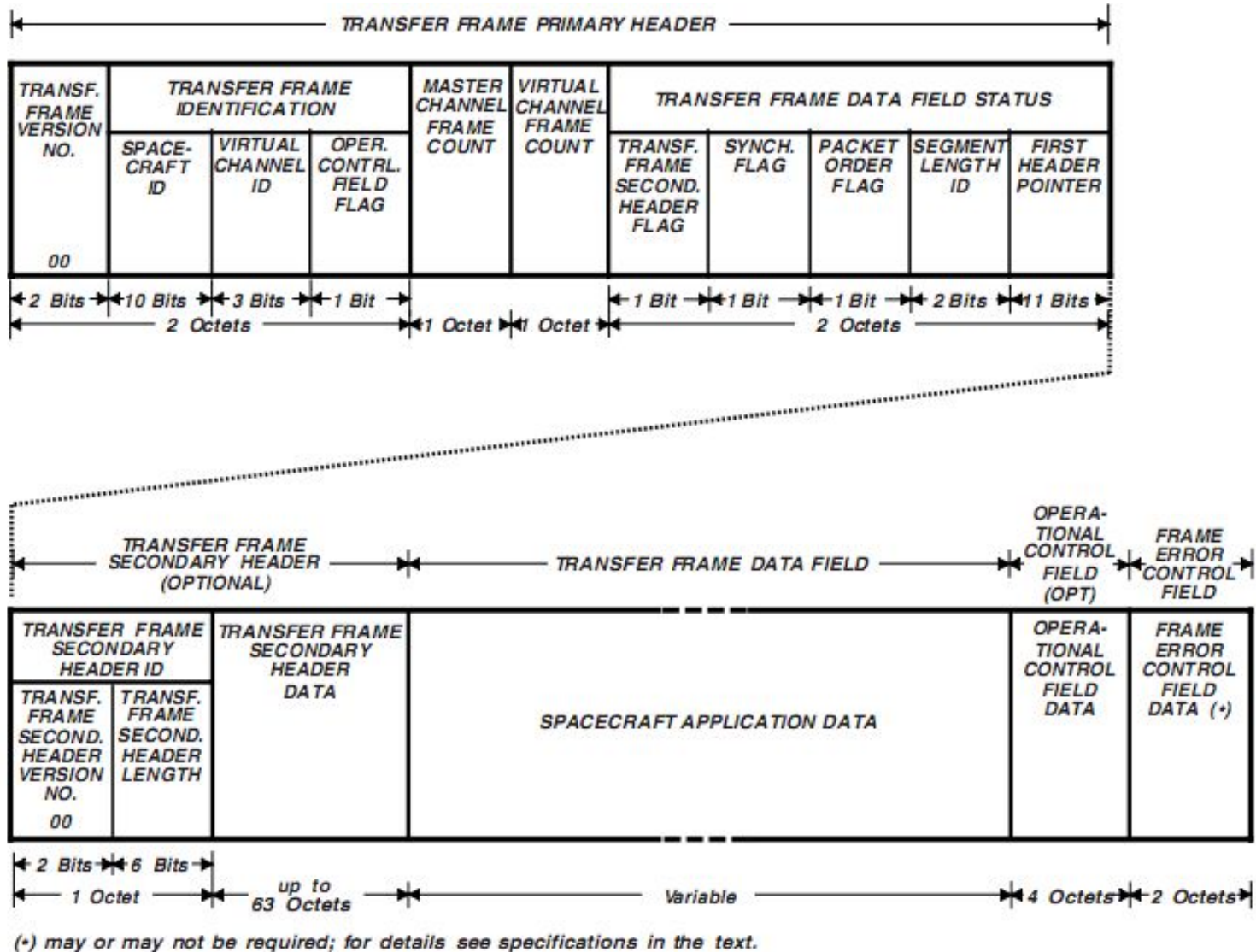
ДПКСМ, Глухов В.С. Д
 2016-201 комп'ютерних

FUNCTIONS

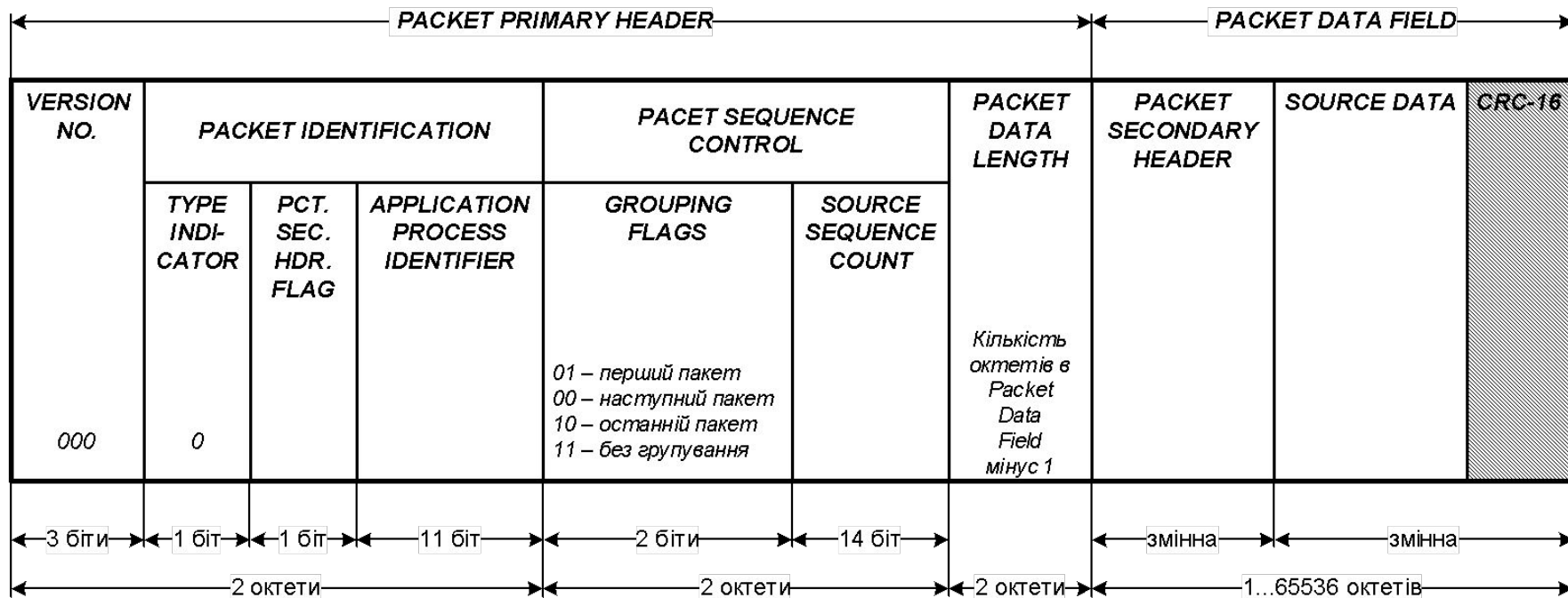
DATA UNITS



Формат транспортного пакету

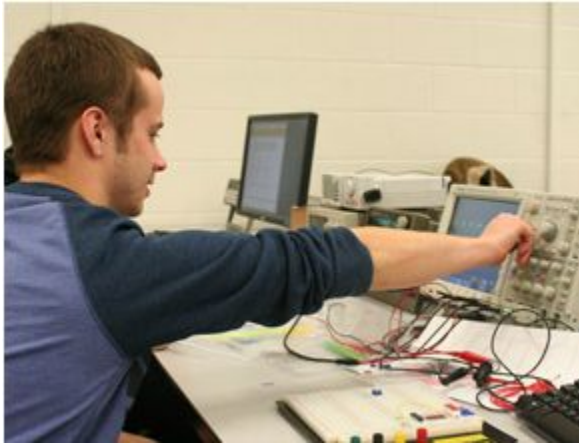


Формат пакетів від джерел інформації



Лабораторія електроніки університету Вальпараісо





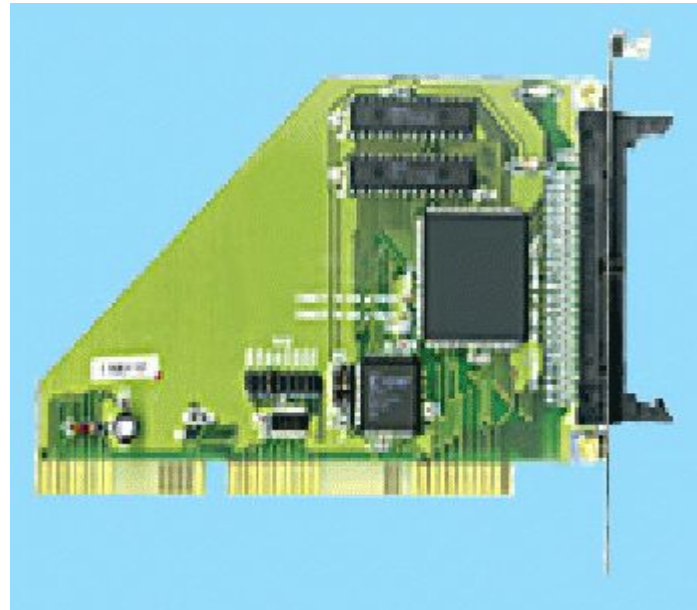
Віртуальні інструменти



*АКТАКОМ
АСК-3101*



*АКТАКОМ
АСК-3151/АСК-3152*



Віртуальний
логічний
аналізатор
АКС-3162

осцилограф RDS1021



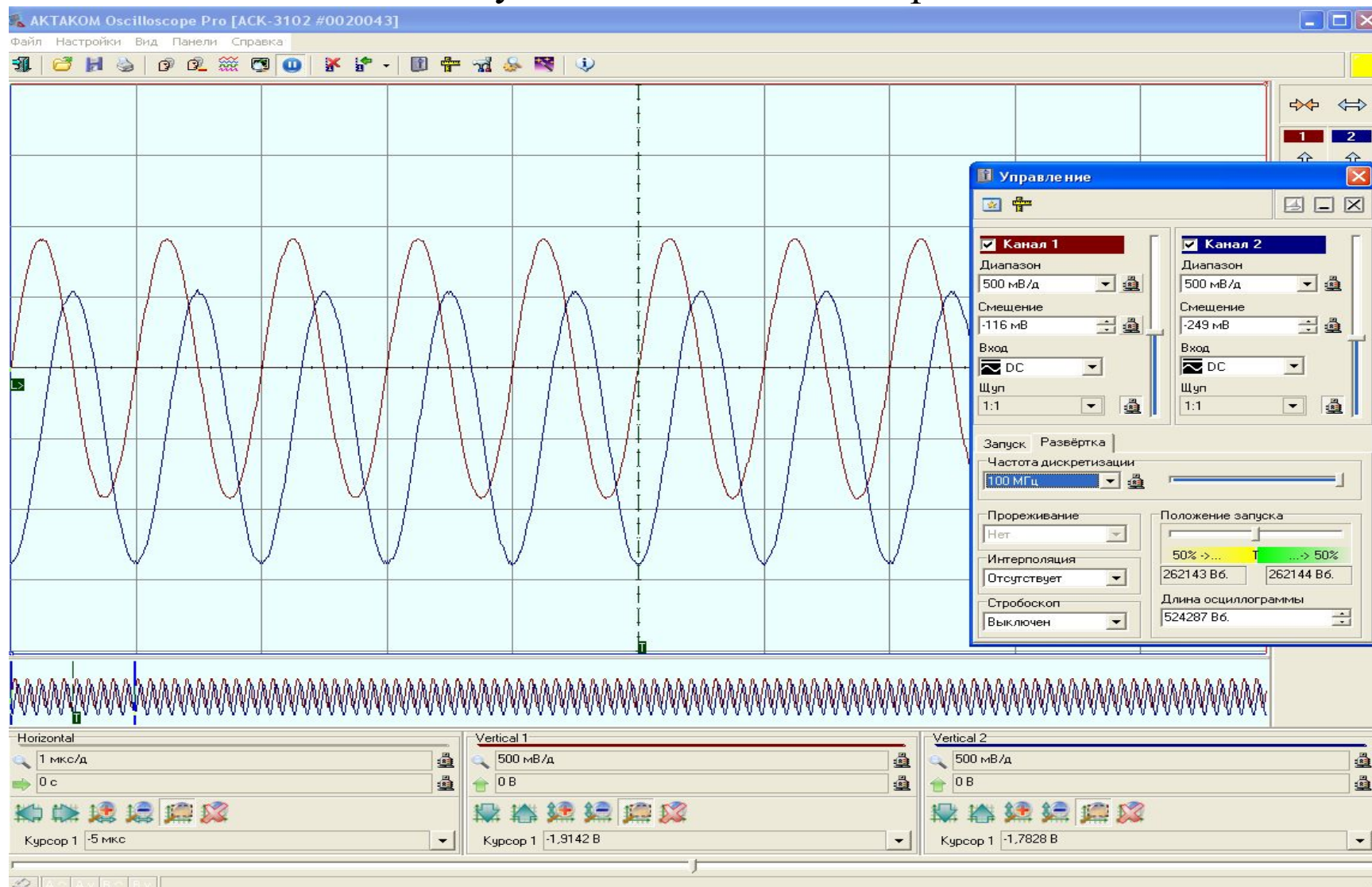
АСК-3712 Двоканальний USB осцилограф - приставка - вид збоку



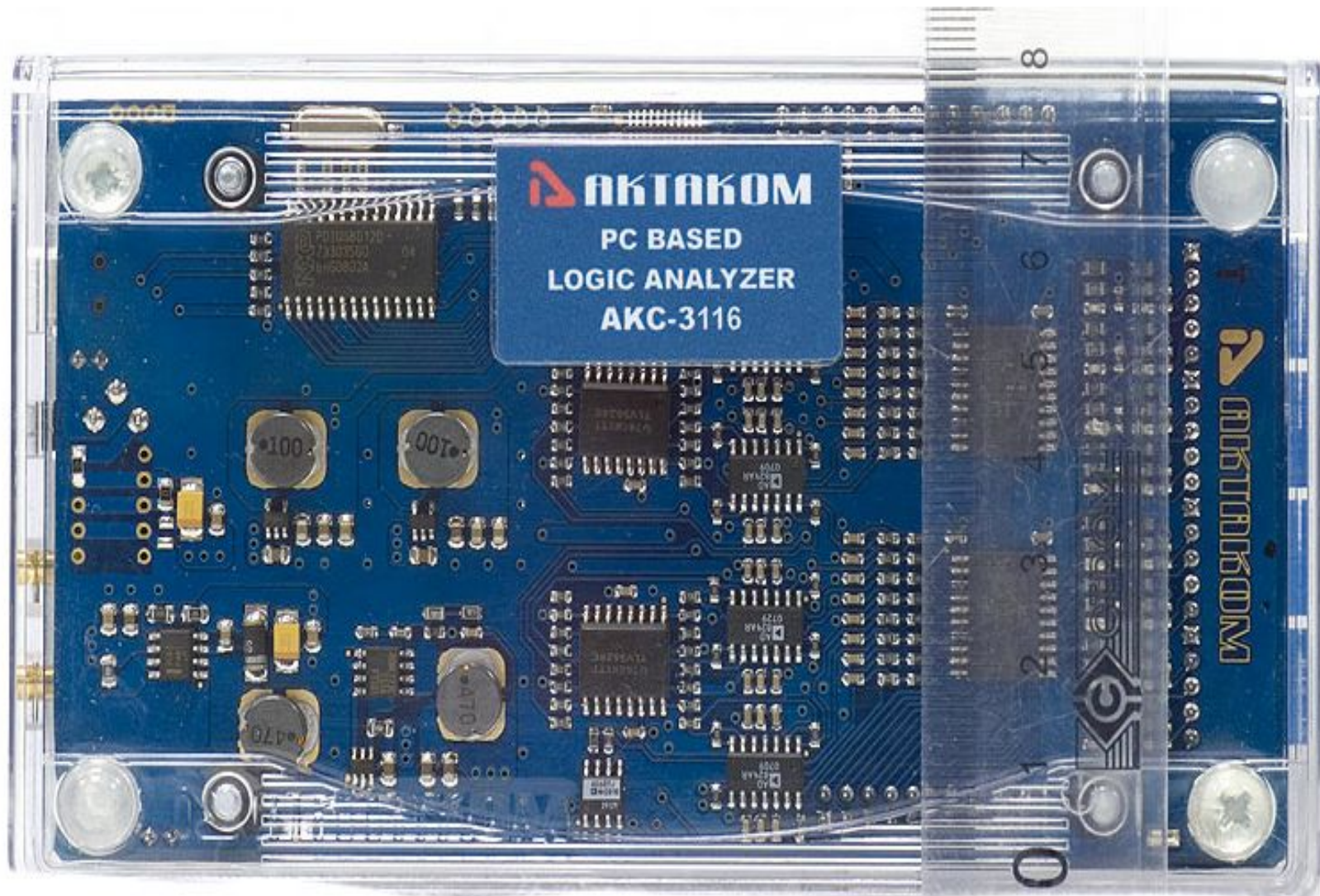
АСК-3712 Двоканальний USB осцилограф - приставка - вид ззаду



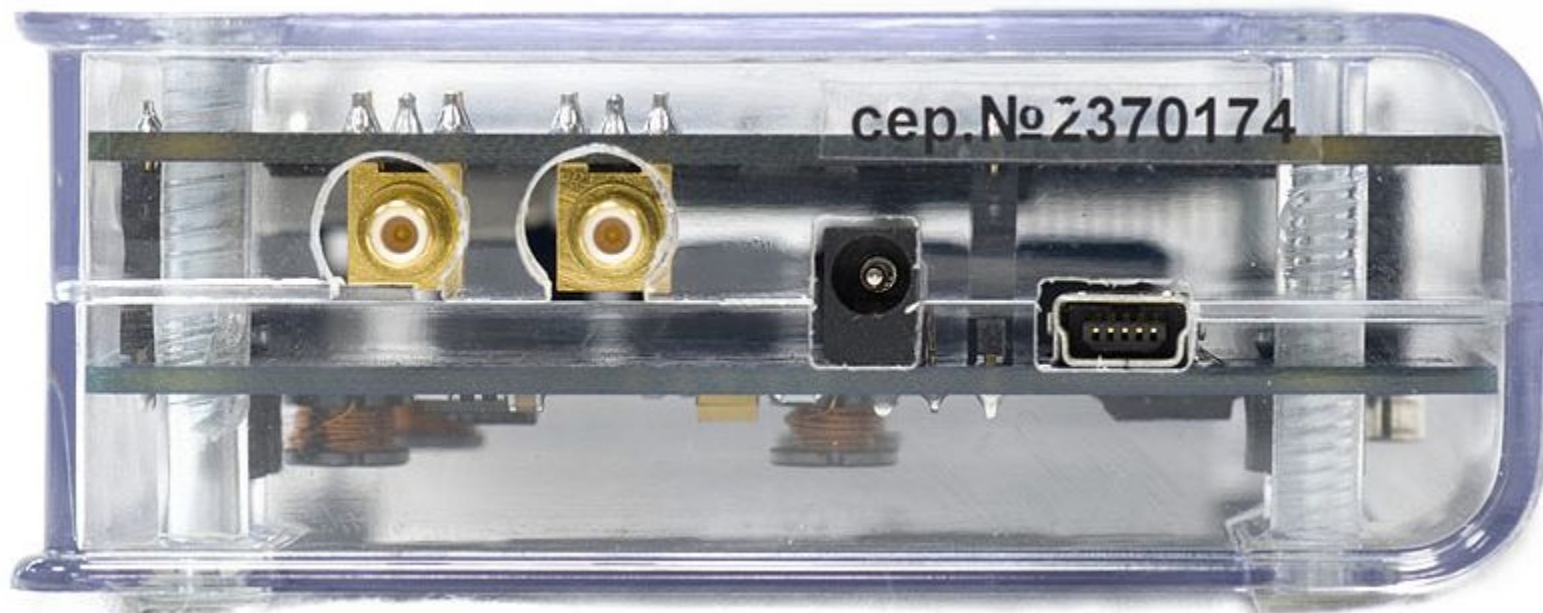
АСК-3712 Двоканальний USB осцилограф - приставка - можливість збору та побудови довгих осциллограмм



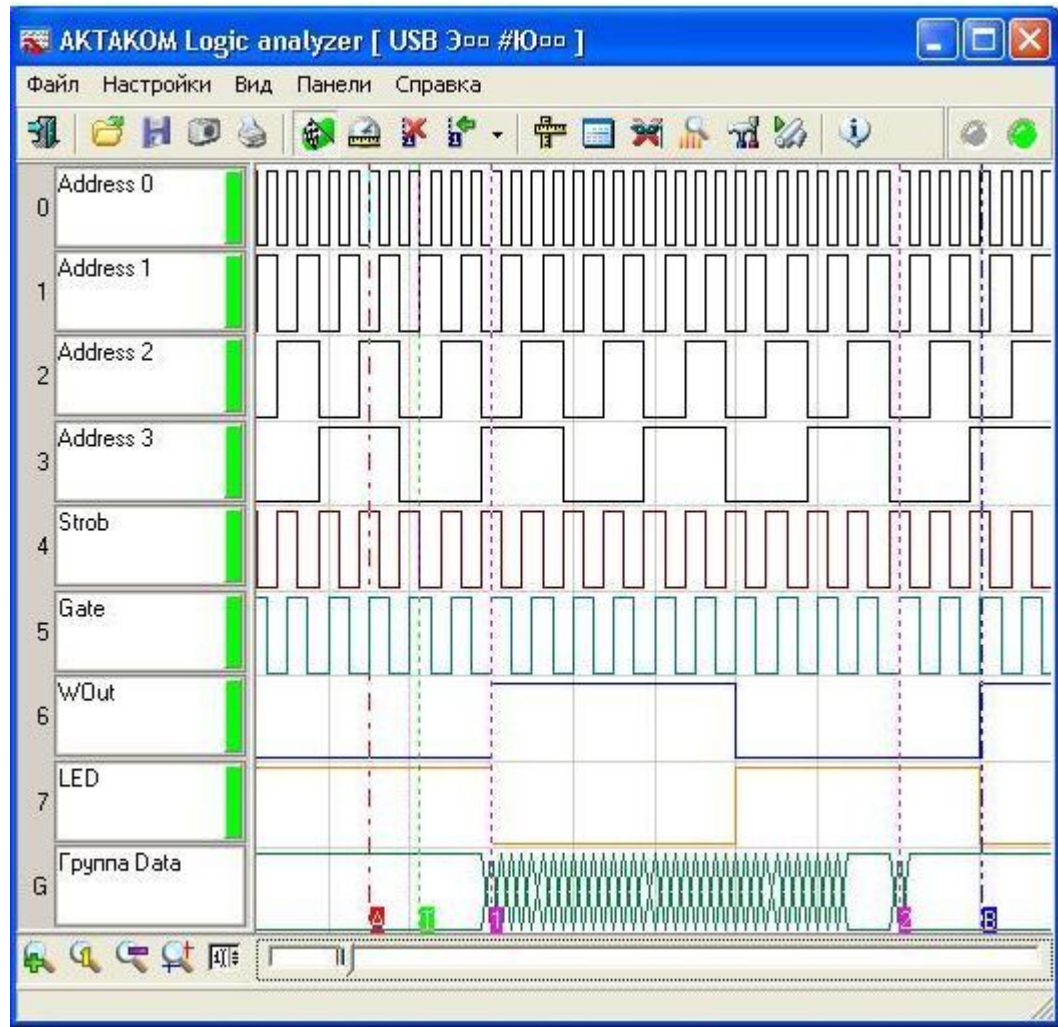
АКС-3116 Логічний USB аналізатор-приставка



АКС-3116 Логічний USB аналізатор-приставка



АКС-3116 Логічний USB аналізатор-приставка



Multisim Active Analyses

SpeechFilter - Multisim - [SpeechFilter]

File Edit View Place MCU Simulate Transfer Tools Reports Options Window Help

Run F5
Pause F6
Stop F6

Analyses and simulation

Instruments

Mixed-mode simulation settings...

Probe settings...
Reverse probe direction
Locate reference probe
NI ELVIS II simulation settings

Postprocessor...
Simulation error log/audit trail...
XSPICE command line interface...

Load simulation settings...
Save simulation settings...
Automatic fault option...
Clear instrument data

Use tolerances

to view the operation of the circuit using the virtual instruments.

to observe how much variations in the resistors will affect the output expressed as the change in output per unit change of input.

Analyses and Simulation and set the active analysis to Sensitivity.

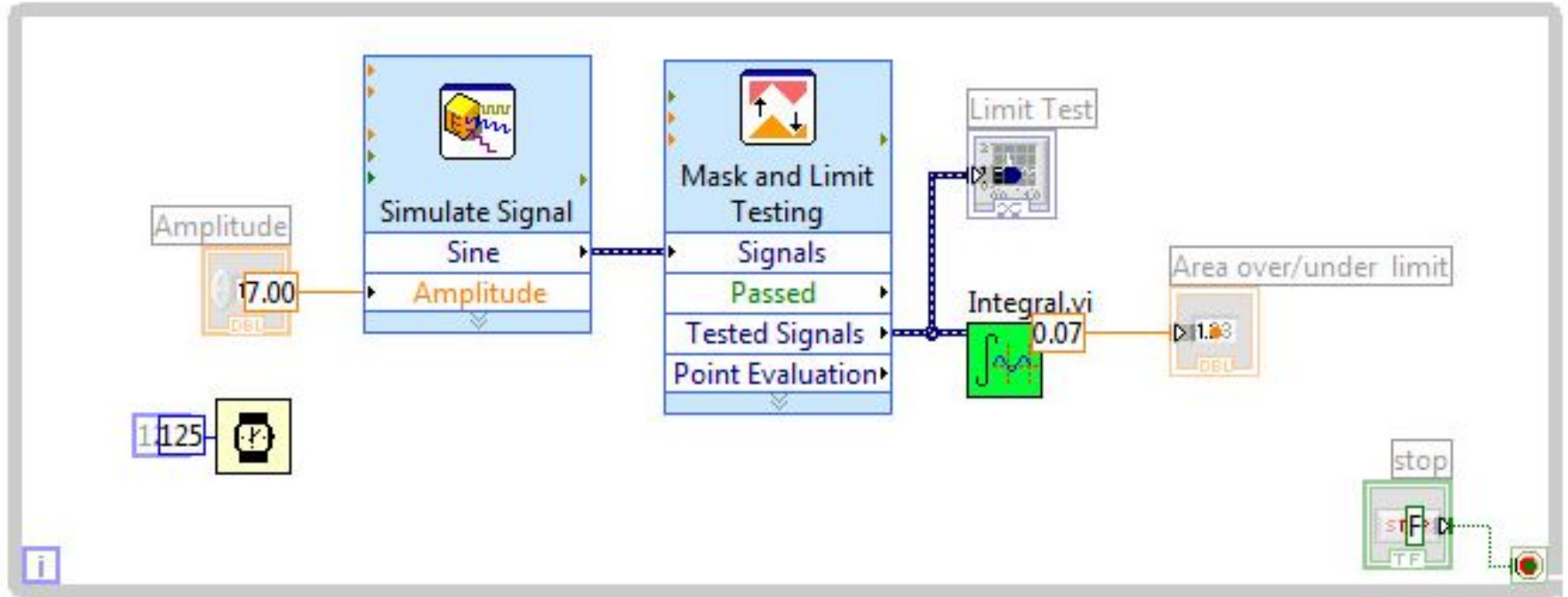
R7 is the most sensitive resistor in the design.

V: --
V(p-p): --
V(rms): --
V(dc): --
V(freq): --
I: --
I(p-p): --
I(rms): --
I(dc): --

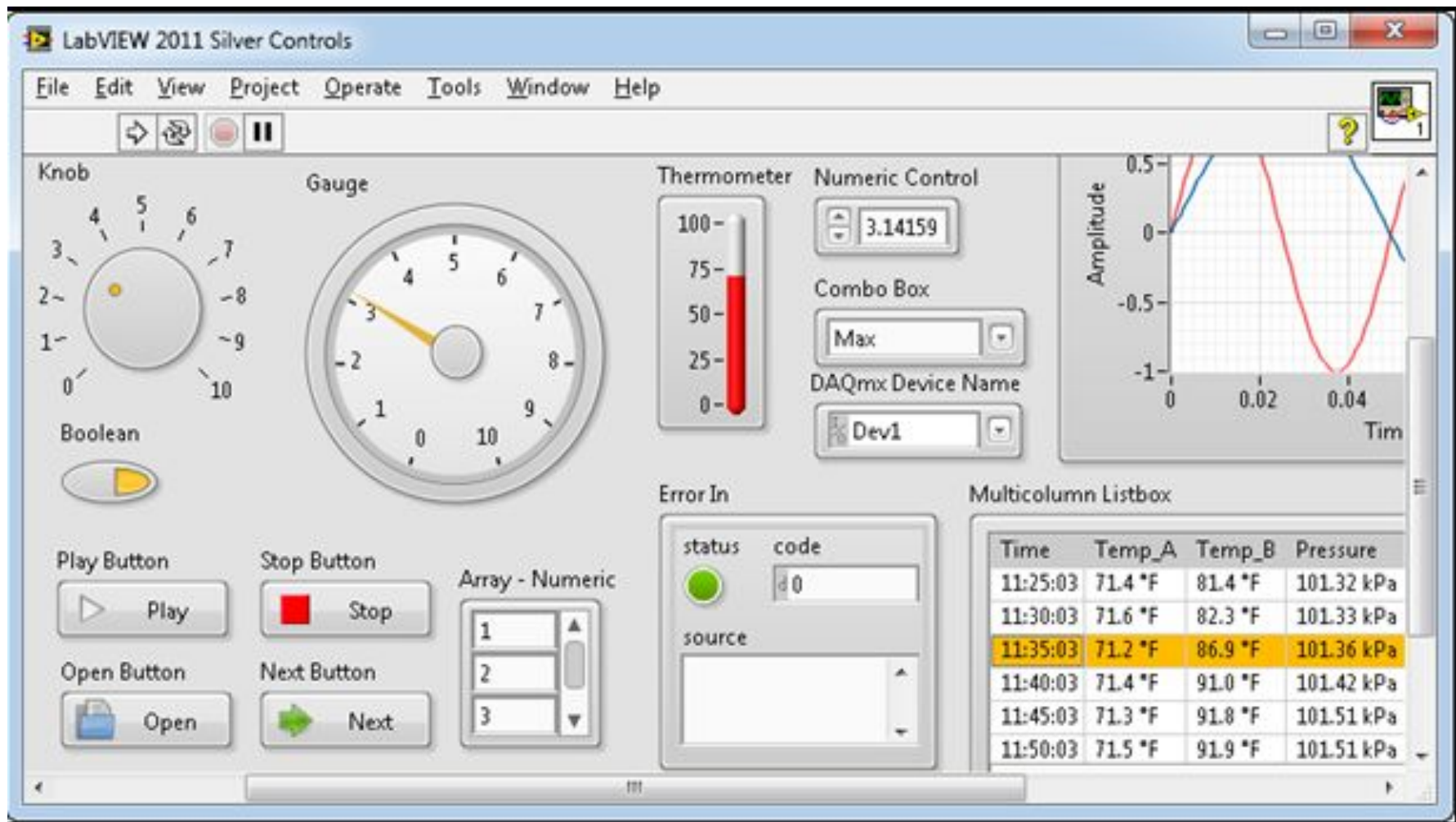
NI LabVIEW



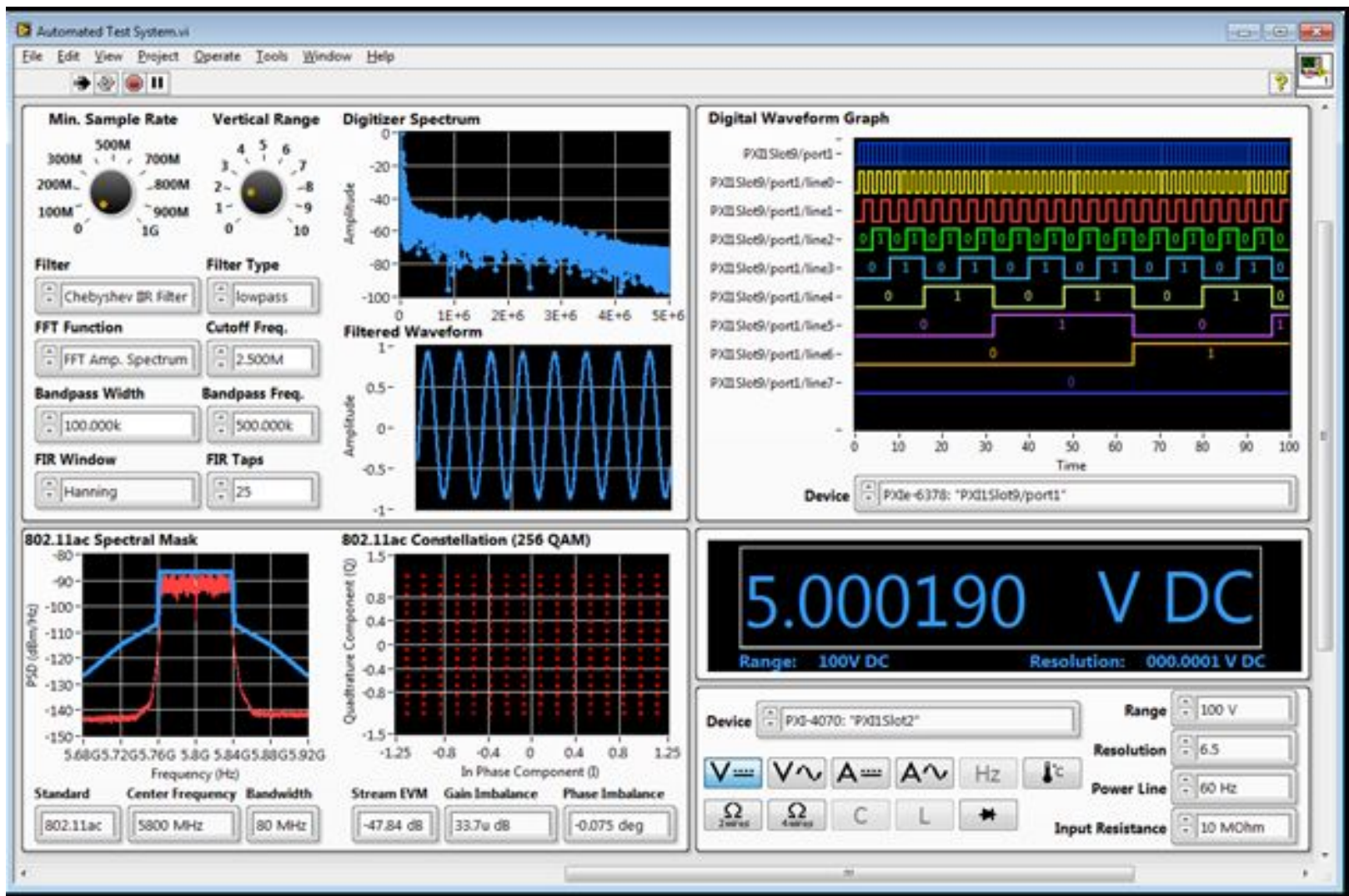
NI LabVIEW



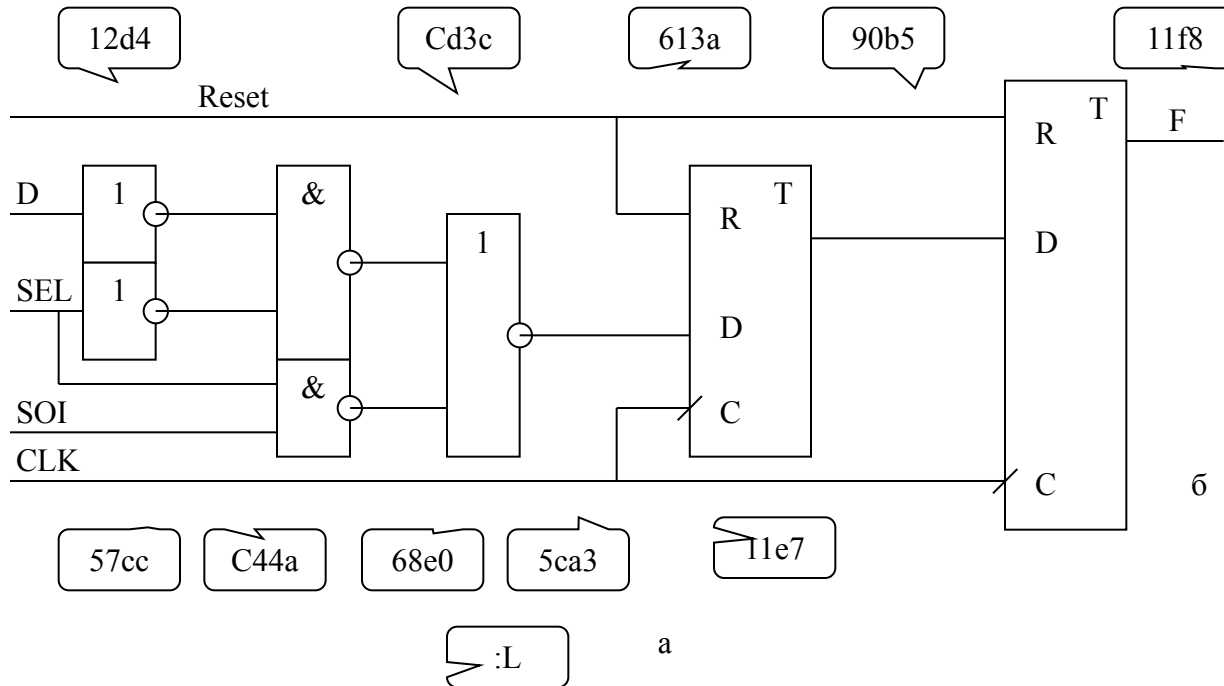
NI LabVIEW



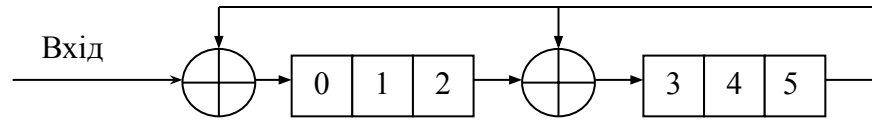
NI LabVIEW



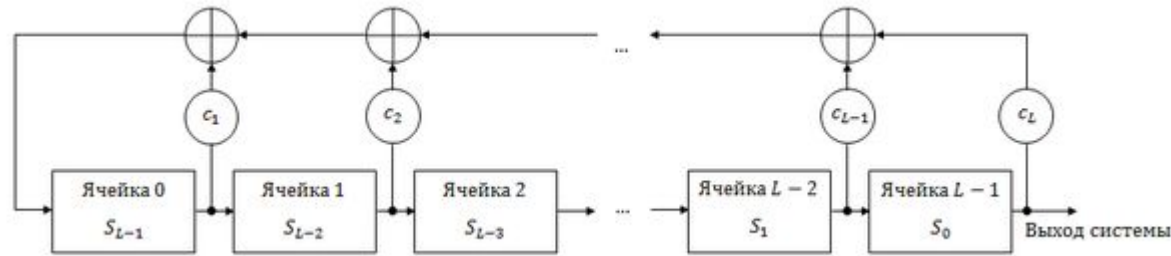
Сигнатурний аналізатор



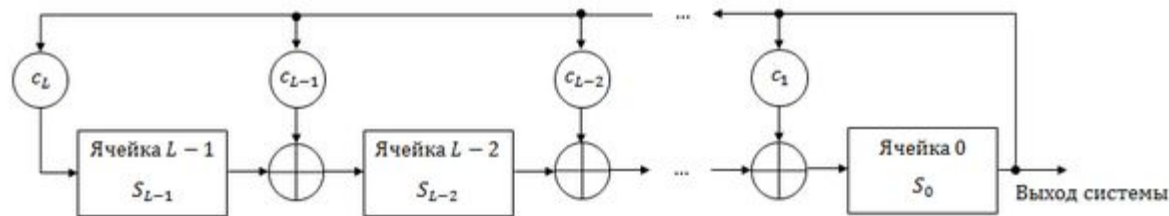
Циклічні контрольні суми



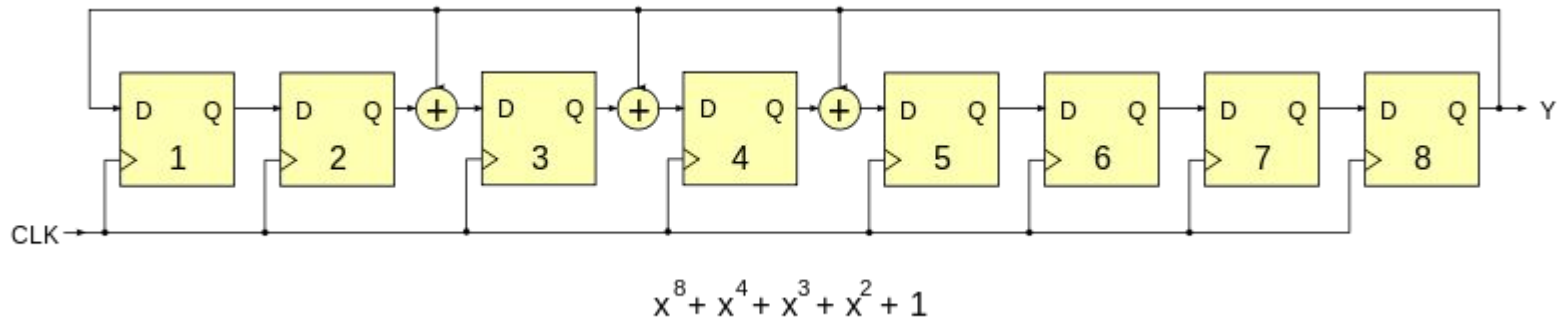
Регістр зсуву з лінійним зворотнім зв'язком,
конфігурація Фібоначчі



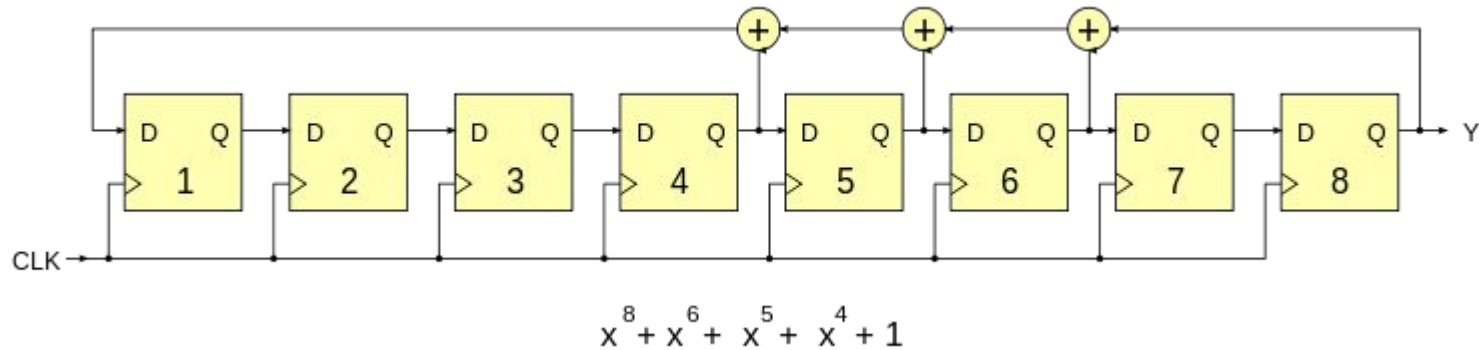
Регістр зсуву з лінійним зворотнім зв'язком,
конфігурація Галуа



Форма Галуа



Форма Фібоначчі



Internal representation of $G_5(x) = x^5 + x^4 + x^2 + 1$.

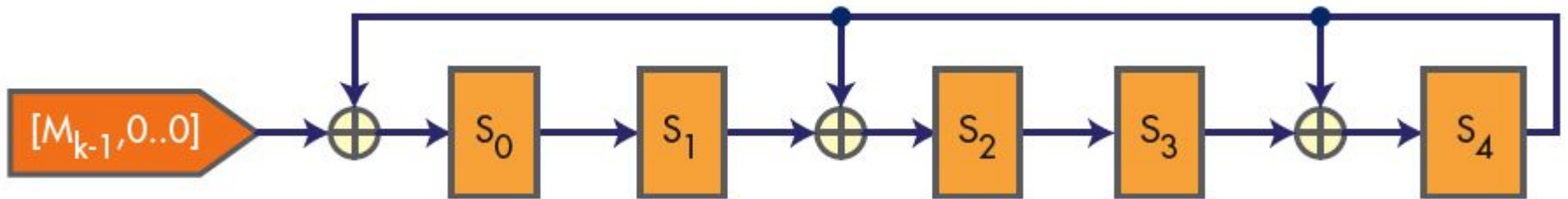


Figure 3

External representation of $G_5(x) = x^5 + x^4 + x^2 + 1$.

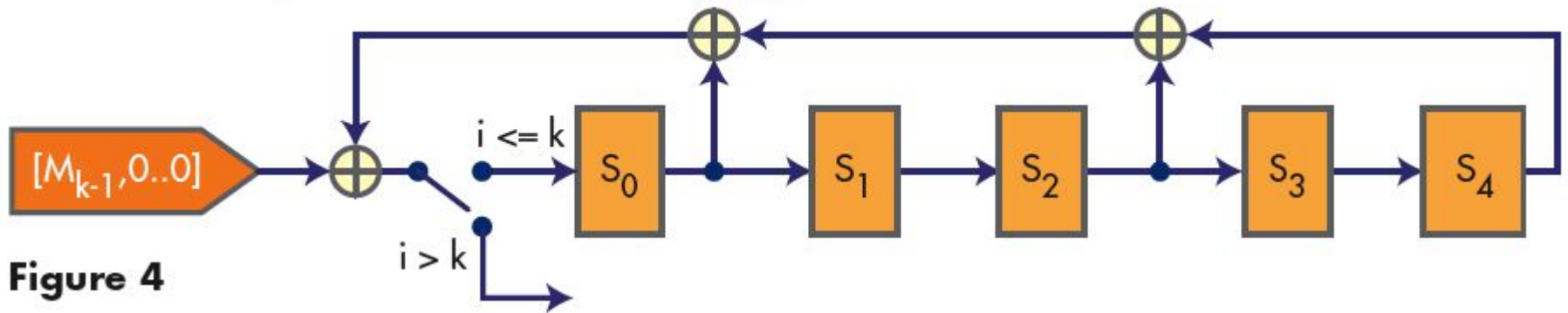
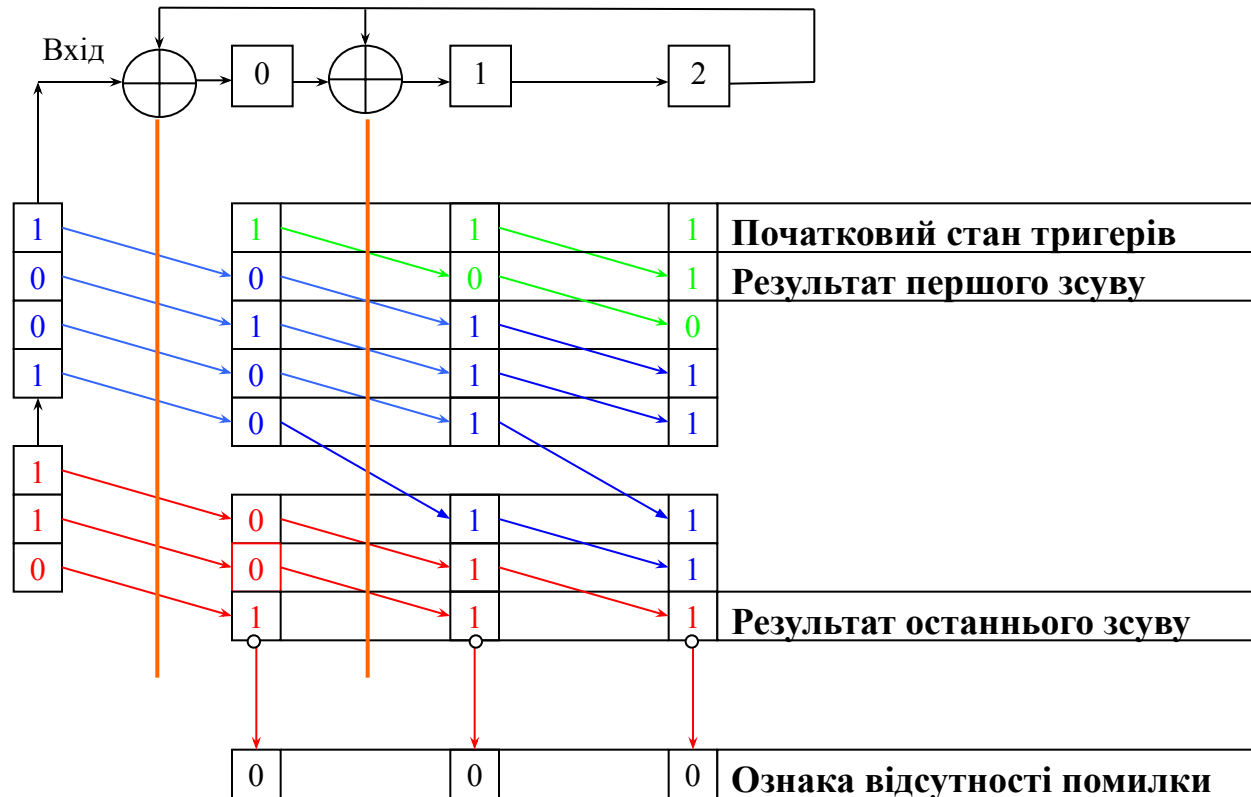


Figure 4

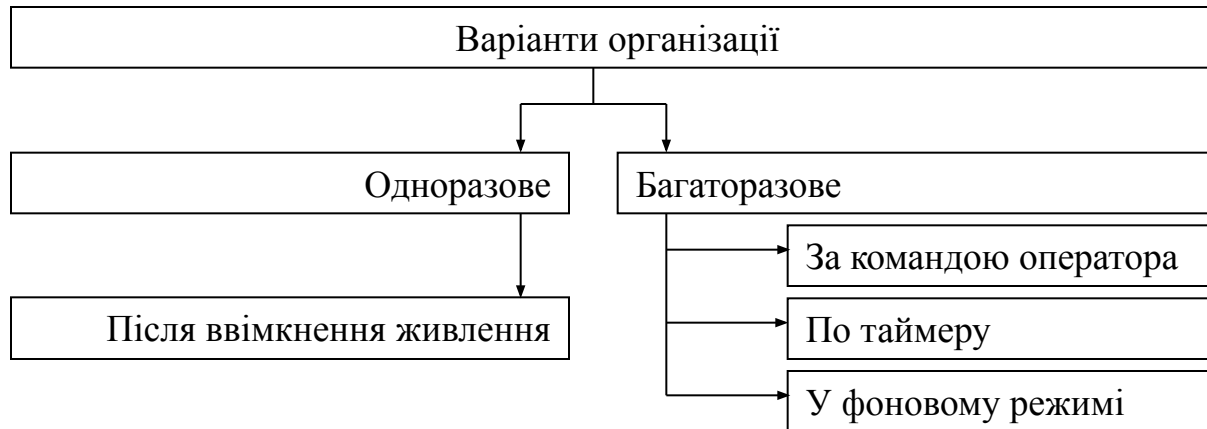
Примітивні многочлени

Бити, n	Примитивний многочлен	Период, $2^n - 1$	Число примитивних многочленів
2	$x^2 + x + 1$	3	1
3	$x^3 + x^2 + 1$	7	2
4	$x^4 + x^3 + 1$	15	2
5	$x^5 + x^3 + 1$	31	6
6	$x^6 + x^5 + 1$	63	6
7	$x^7 + x^6 + 1$	127	18
8	$x^8 + x^6 + x^5 + x^4 + 1$	255	16
9	$x^9 + x^5 + 1$	511	48
10	$x^{10} + x^7 + 1$	1023	60
11	$x^{11} + x^9 + 1$	2047	176
12	$x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^4 + 1$	4095	144
13	$x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^8 + 1$	8191	630
14	$x^{14} + x^{13} + x^{12} + x^2 + 1$	16383	756
15	$x^{15} + x^{14} + 1$	32767	1800
16	$x^{16} + x^{14} + x^{13} + x^{11} + 1$	65535	2048
17	$x^{17} + x^{14} + 1$	131071	7710
18	$x^{18} + x^{11} + 1$	262143	7776
19	$x^{19} + x^{18} + x^{17} + x^{14} + 1$	524287	27594
20 - 168	[1]		
2 - 786, 1024, 2048, 4096	[2]		

Схема визначення ознаки відсутності помилки



Послідовний вбудований контроль



Цифровий контроль за модулем – Контроль на парність

Число	Контрольний розряд	Перевірка (кількість 1 за модулем 2)
10101011	1	0
11001010	0	0
10010001	1	0
11001011	0	1 - порушення

Вдосконалений контроль за парністю

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	k_1
a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}	k_2
a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}	a_{15}	k_3
a_{16}	a_{17}	a_{18}	a_{19}	a_{20}	k_4
a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}	a_{25}	k_5
k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}	

Кількість інформаційних та контрольних розрядів для виправлення 1 помилки

n	i	k
7	4	3
15	11	4
31	26	5

Перевірочна матриця кода Хеммінга

n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6	n_7	n_8	n_9	n_{10}	n_{11}	n_{12}	n_{13}	n_{14}	n_{15}
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
k_1	k_2	i_3	k_4	i_5	i_6	i_7	k_8	i_9	i_{10}	i_{11}	i_{12}	i_{13}	i_{14}	i_{15}

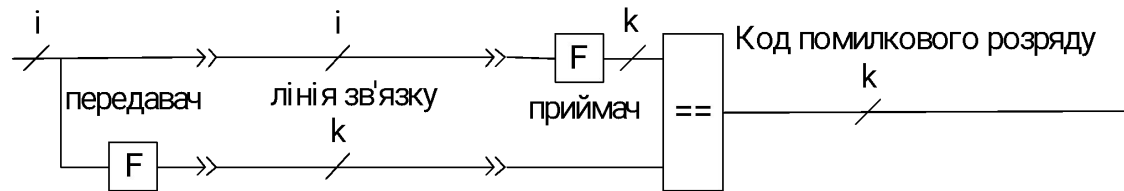
$$k_1 = i_3 \# i_5 \# i_7 \# i_9 \# i_{11} \# i_{13} \# i_{15};$$

$$k_2 = i_3 \# i_6 \# i_7 \# i_{10} \# i_{11} \# i_{14} \# i_{15};$$

$$k_4 = i_5 \# i_6 \# i_7 \# i_{12} \# i_{13} \# i_{14} \# i_{15};$$

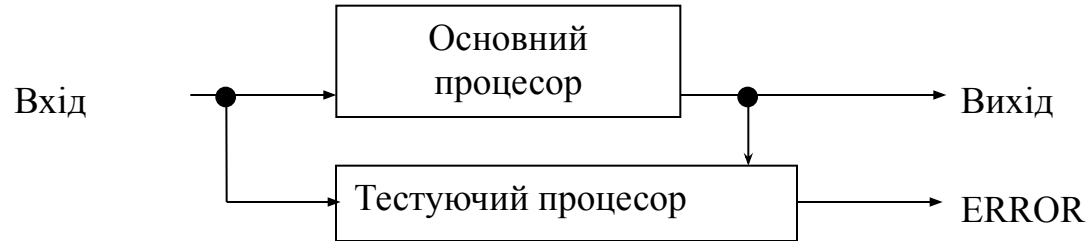
$$k_8 = i_9 \# i_{10} \# i_{11} \# i_{12} \# i_{13} \# i_{14} \# i_{15};$$

Використання кода Хеммінга



F - вузол формування контрольних розрядів в коді Геммінга

Паралельний вбудований контроль



Числовий контроль за модулем

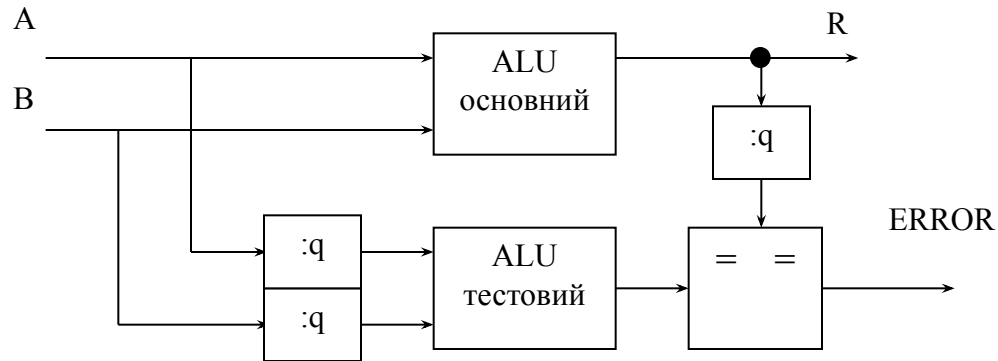


Схема ділення на поліном $g(x) = x^3 + x + 1$

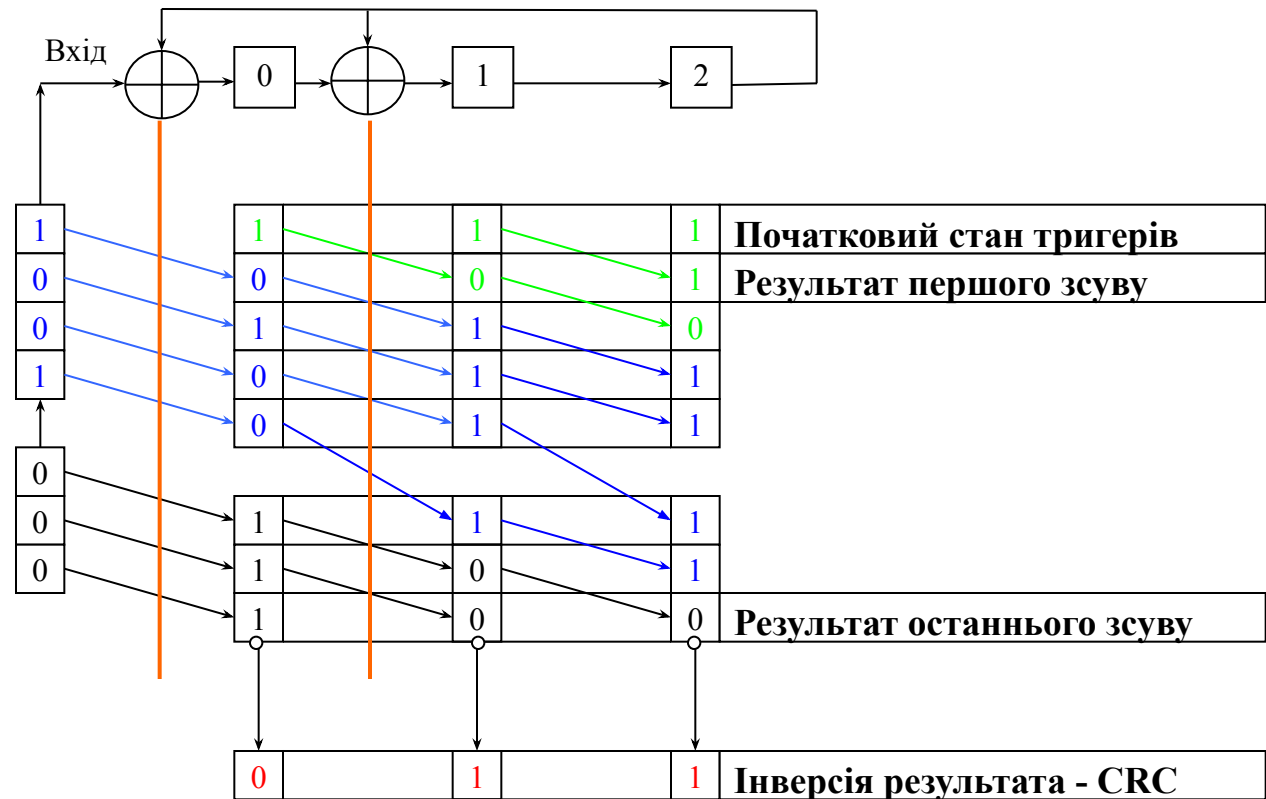
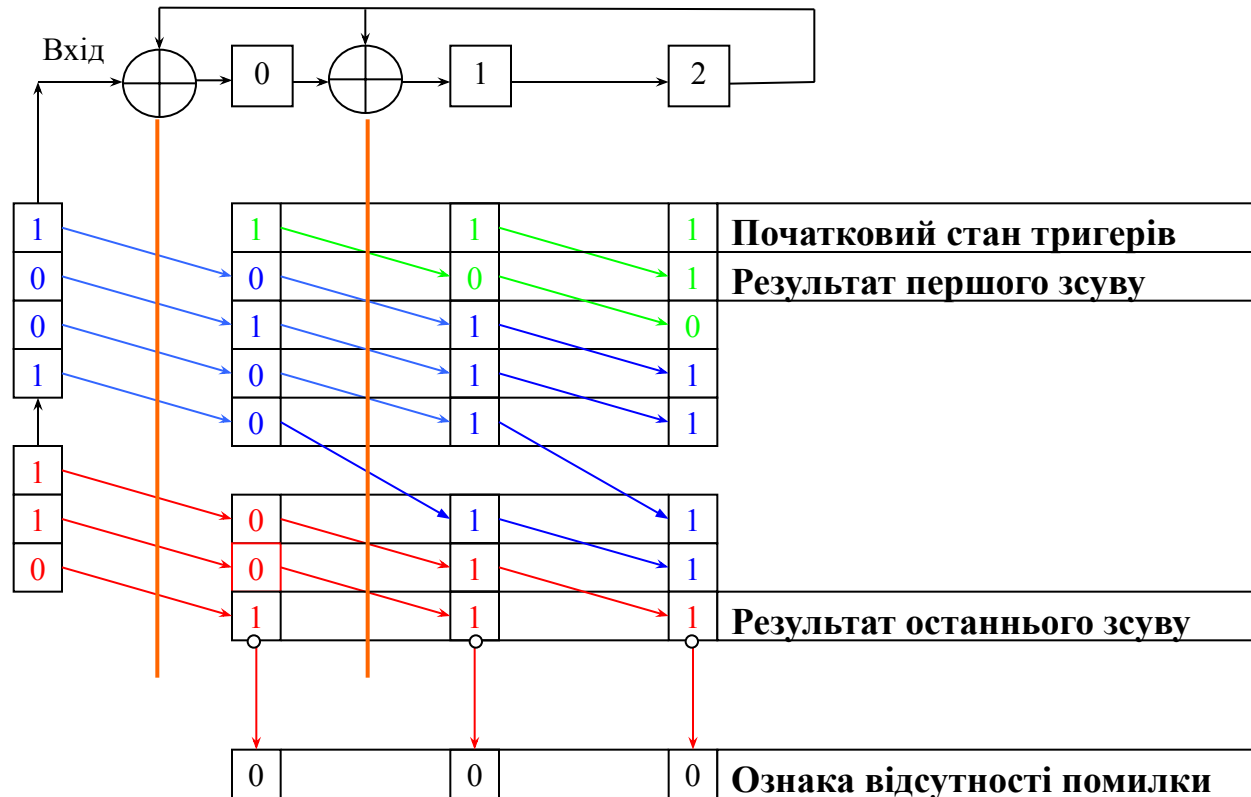
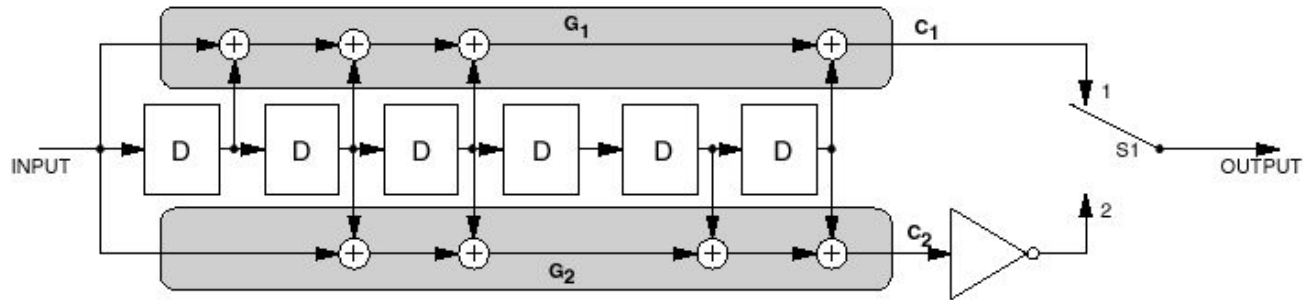


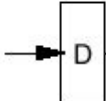

Схема визначення ознаки відсутності помилки



Формувач згорткового коду



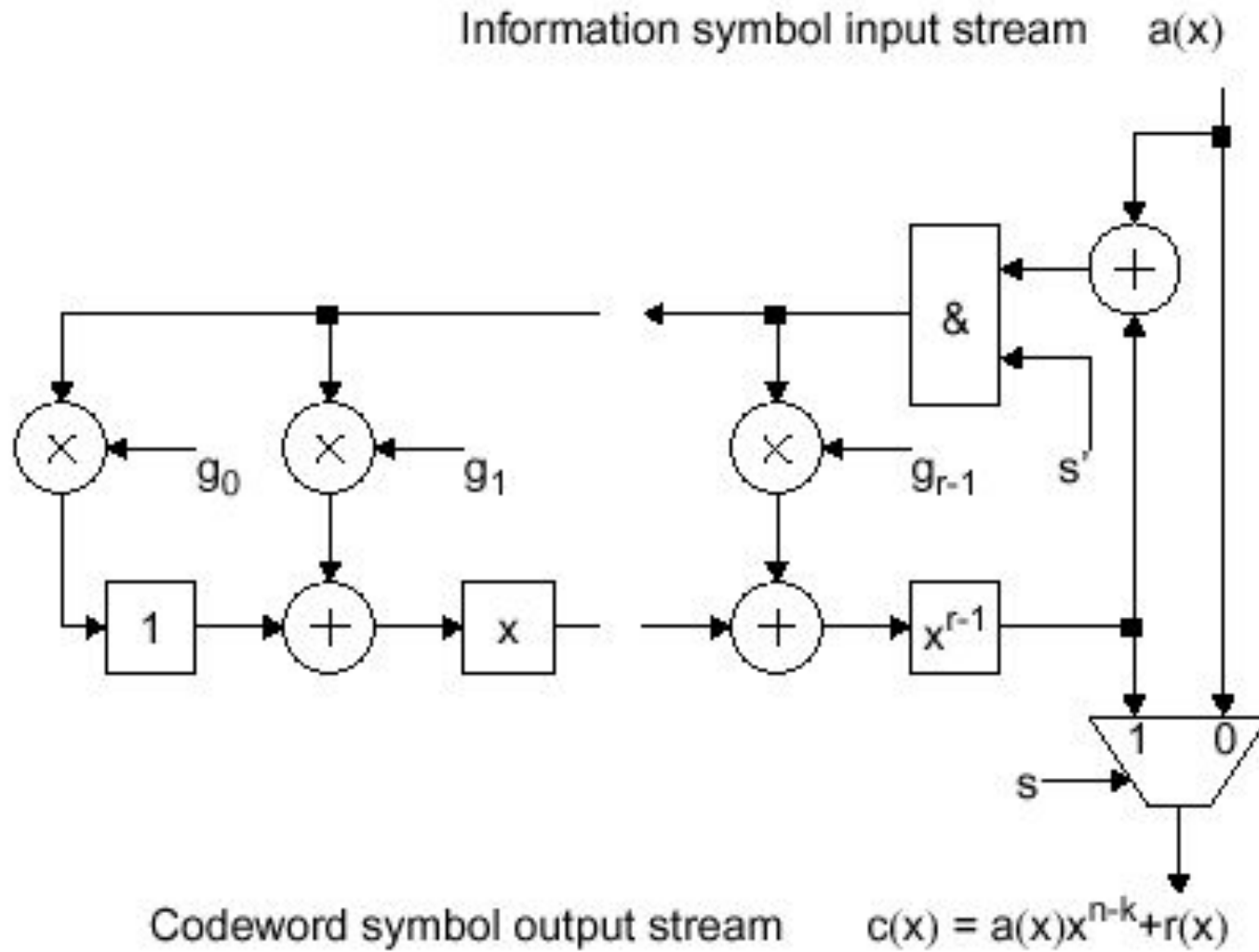
NOTES:

1.  = SINGLE BIT DELAY.
2. FOR EVERY INPUT BIT, TWO SYMBOLS ARE GENERATED BY COMPLETION OF A CYCLE FOR S1: POSITION 1, POSITION 2.
3. S1 IS IN THE POSITION SHOWN (1) FOR THE FIRST SYMBOL ASSOCIATED WITH AN INCOMING BIT.
4. \oplus = MODULO-2 ADDER.
5.  = INVERTER.

Характеристики згорткового коду

Характеристика	Значення
Тип згортки	З декодування за максимальною подібністю (декодер Вітербі)
Пропорція згортки без прорідження	1/2
Пропорція згортки з прорідженням	2/3, 3/4, 5/6, 7/8
Довжина вхідного кода	7 біт
Вектор зв'язку G1	$1111001_2 = 171_8$
Вектор зв'язку G2	$1011011_2 = 133_8$
Інверсія символу	На виході G2
Вихідна послідовність	$C_1(1), -C_2(1), C_1(2), -C_2(2)...$

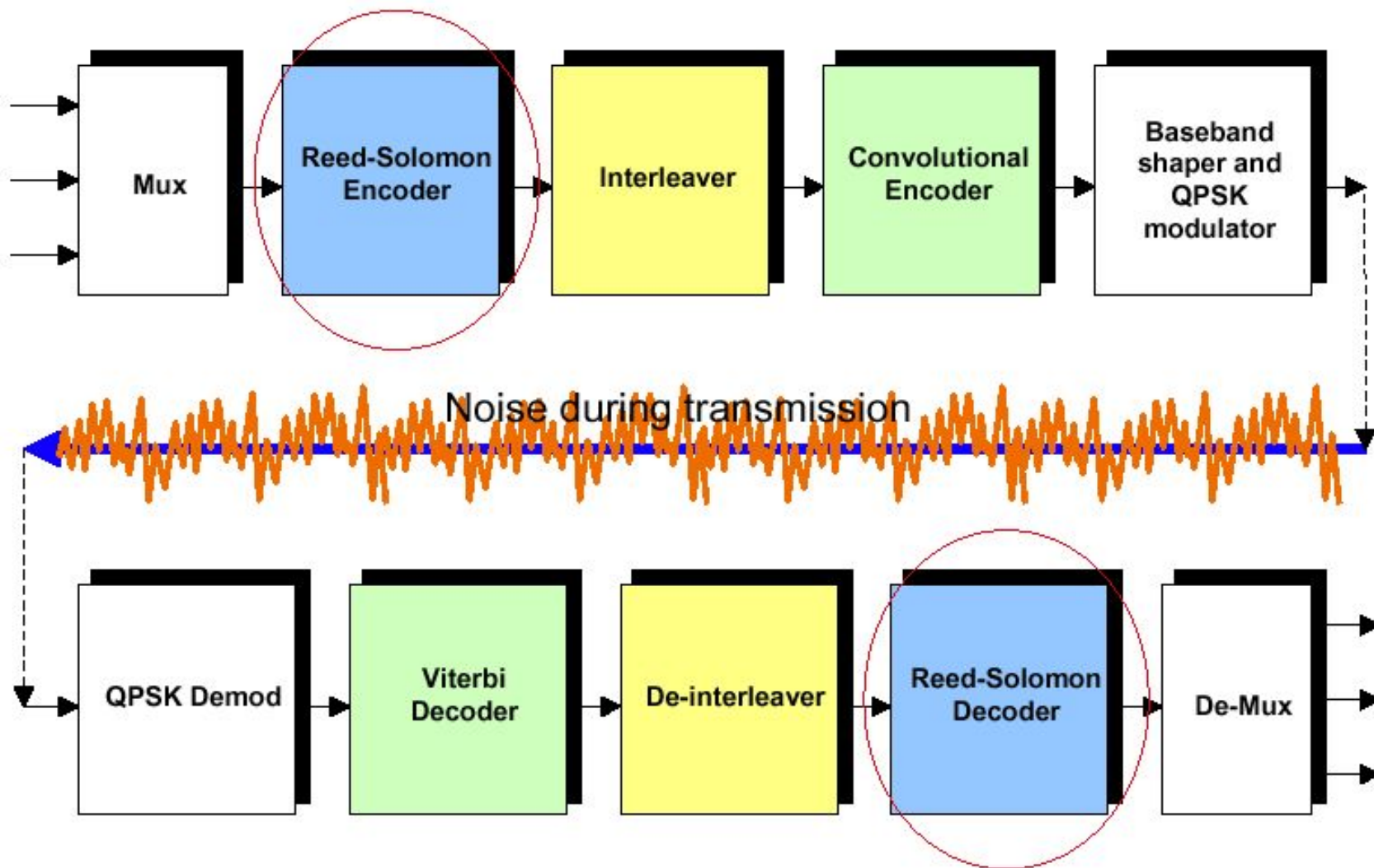
Кодер Ріда-Соломона



Характеристики кода Ріда-Соломона

Параметр	Позначення	Величина
Розрядність символу	J	8
Глибина перемішування коду (interleaving)	I	1, 2, 3, 4 і 5.
Кількість символів у кодовому слові	$n = 2^J - 1$	255
Кількість контрольних символів кода	2E	16 або 32
Кількість інформаційних символів кода	$k = n - 2E$	239 або 223
Коректуюча здатність кода (255,239)	E	8 символів
Коректуюча здатність кода (255,223)	E	16 символів
Поліном, що утворює поле GF(2).	$F(x) = x^8 + x^7 + x^2 + x + 1$	
Поліном, що утворює код у полі GF(2 ^J)=GF(2 ⁸), де F(α) = 0.	$g(x) = \prod_{j=128-E}^{127+E} (x - \alpha^{1j}) = \sum_{i=0}^{2E} G_i x^i$	
Примітивний елемент поля GF(2 ⁸),	α^{11}	

Послідовне використання кодів, що виправляють помилки

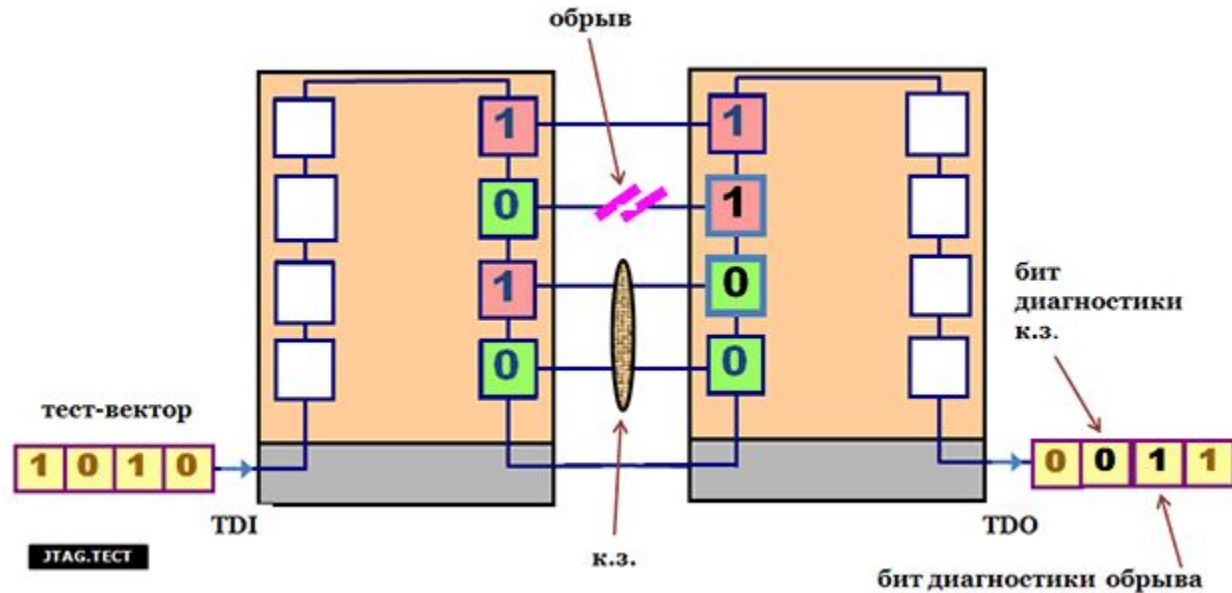
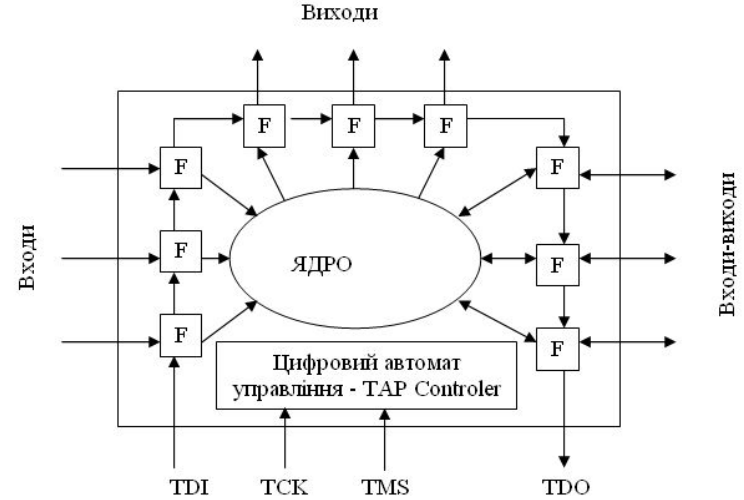
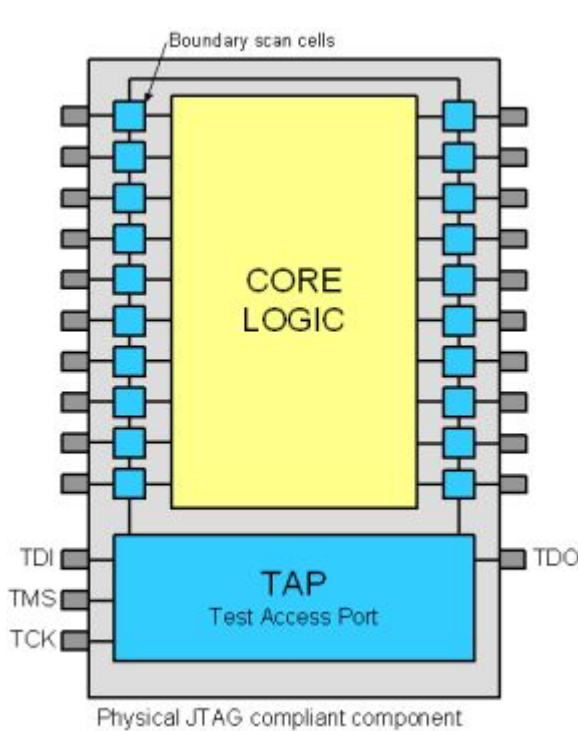


Система граничного сканування JTAG 1149.1-1990

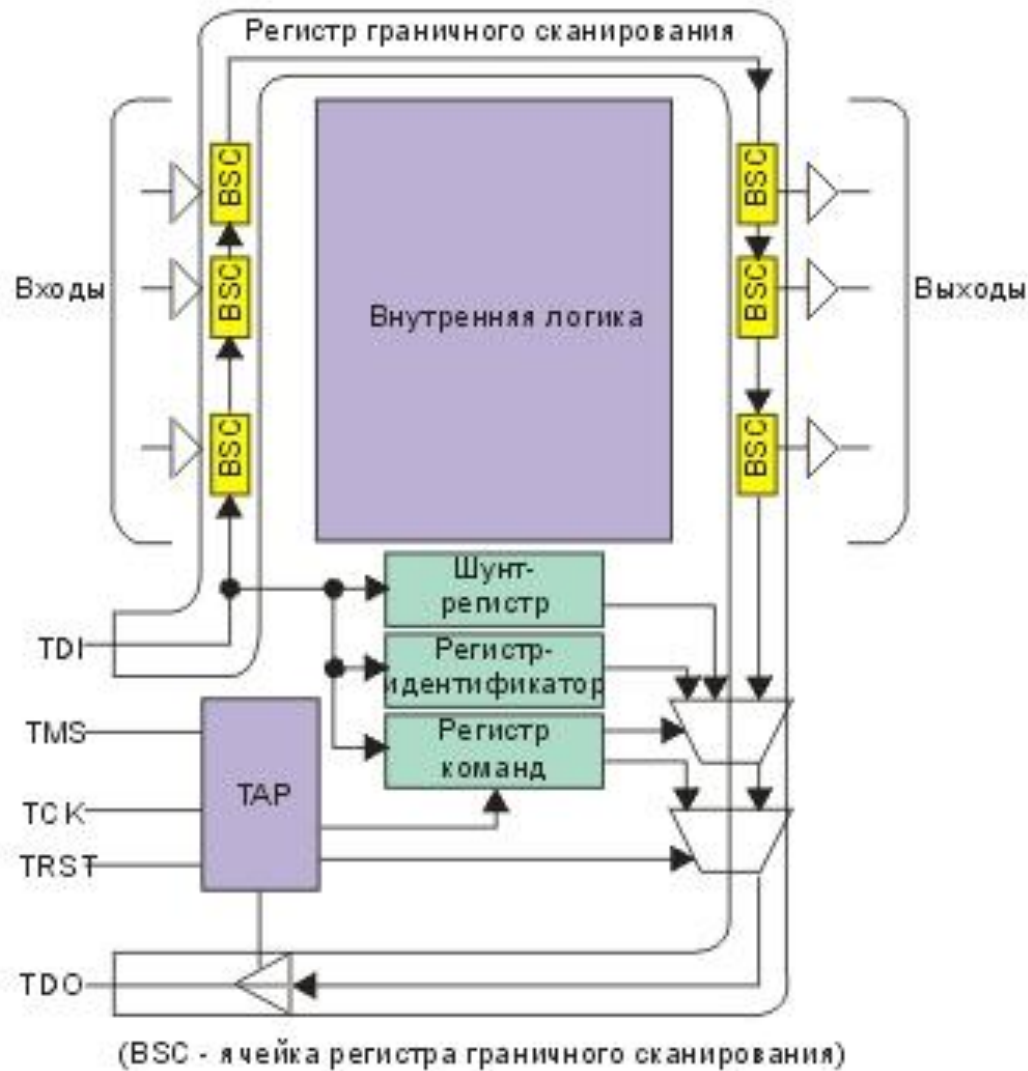
Причини виникнення

Найменування	Приклад	Призначення	Кількість виводів	Кількість радіо-елементів	Відношення кількості радіоелементів до кількості виводів
Транзистор	КТ215А	транзистор	3	1	0.33
Малі ІС	530ЛИ1	4 елементи 2І	14	68	4.86
Середні ІС	530ІР23	8 розрядний регістр	20	366	18.3
Великі ІС	556РТ2	ПЛМ	28	6160	220
НадВеликі ІС			200	10⁶	5000
	Pentium M	Процесор	479	77 млн	150000

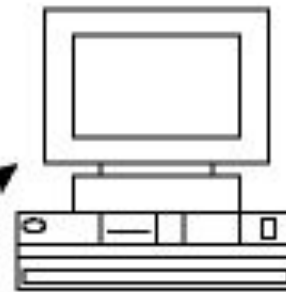
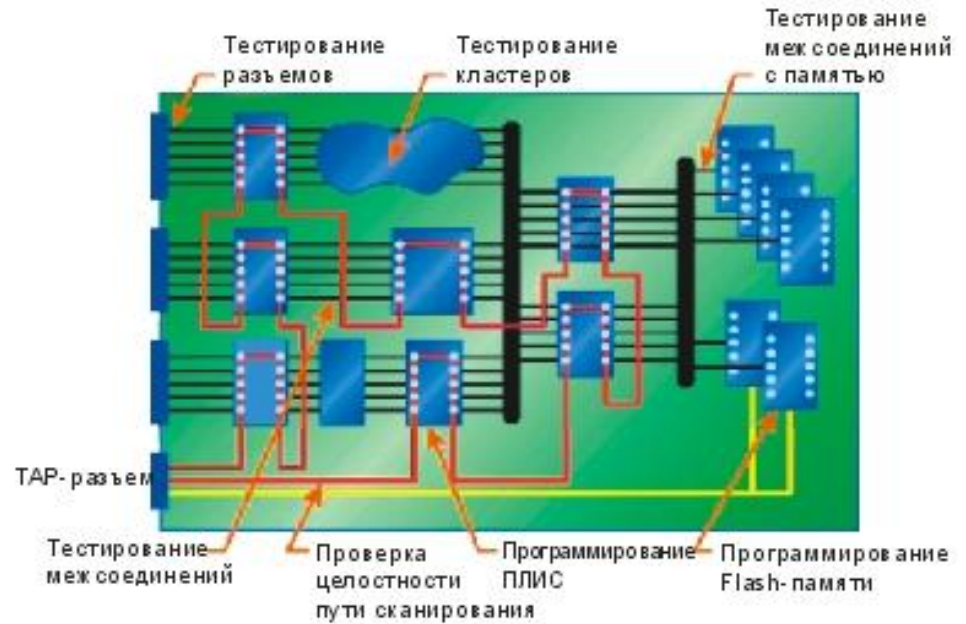
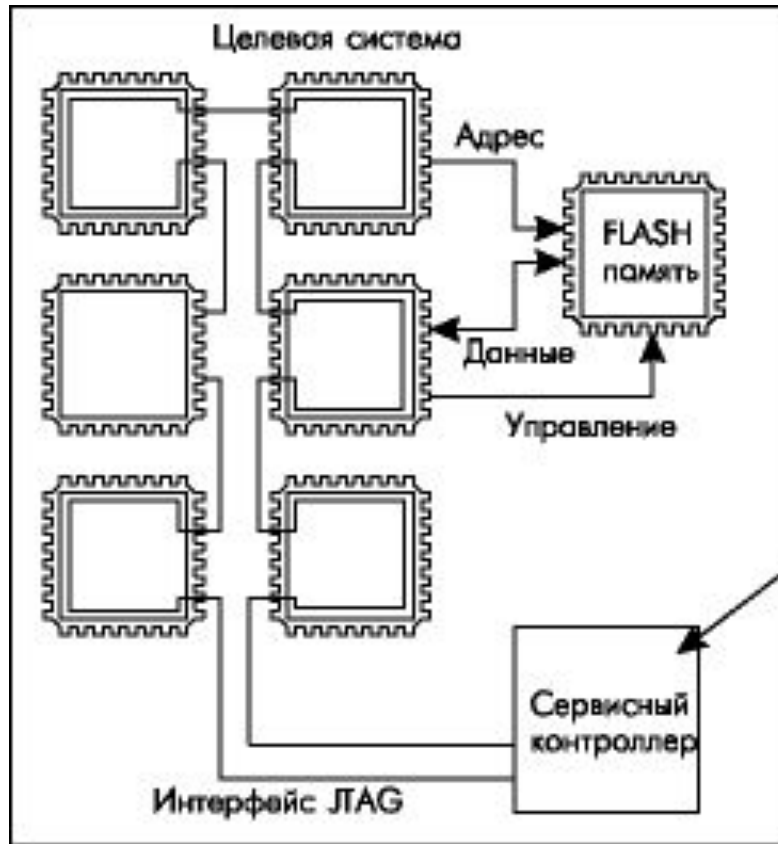
Система граничного сканування JTAG 1149.1-1990



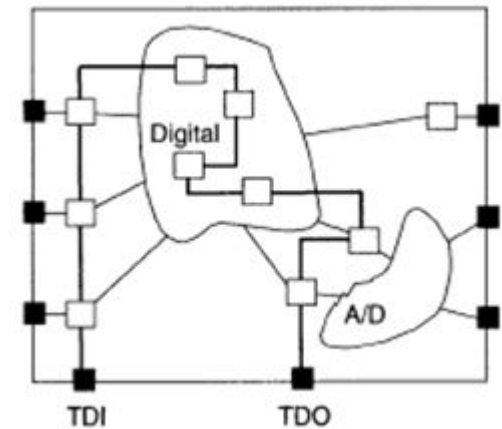
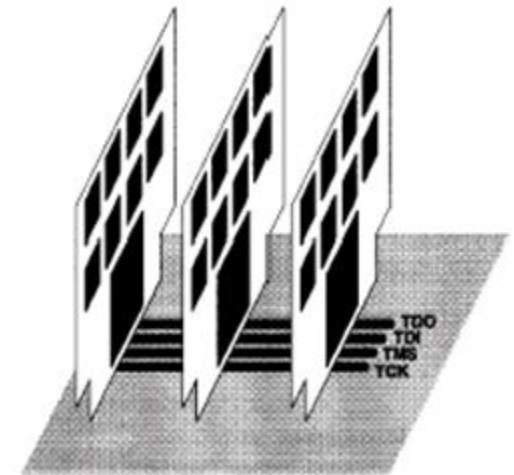
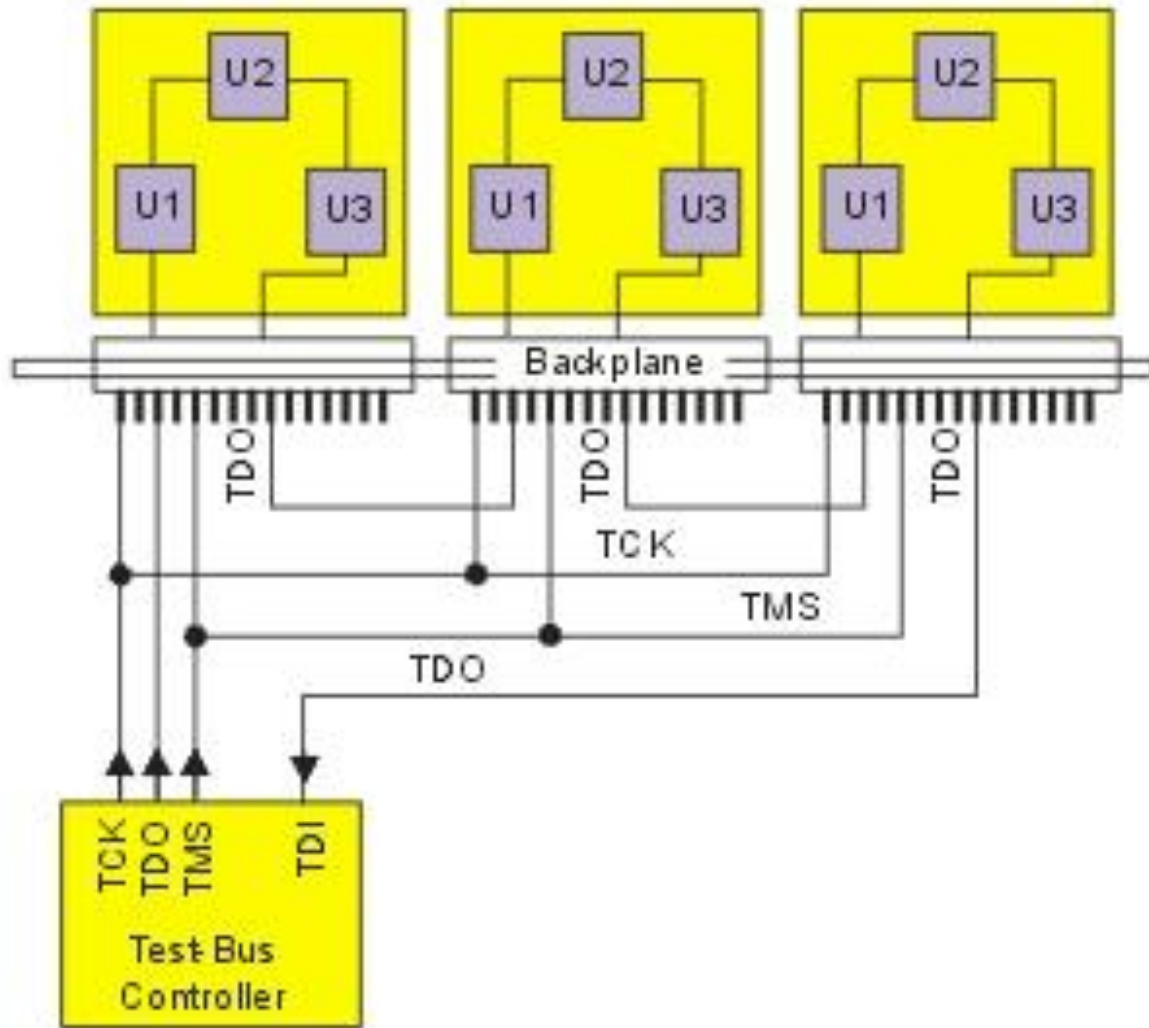
Внутрішня структура мікросхеми з JTAG



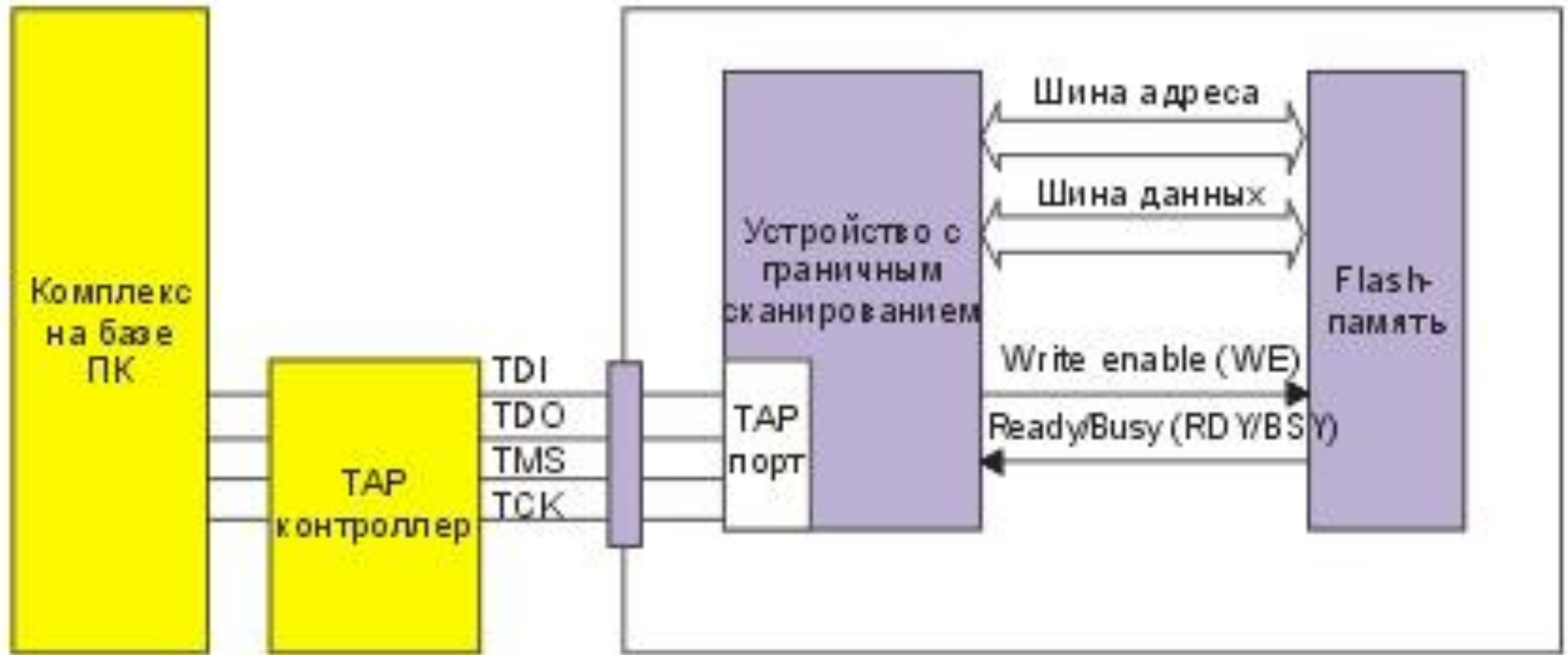
Режими роботи



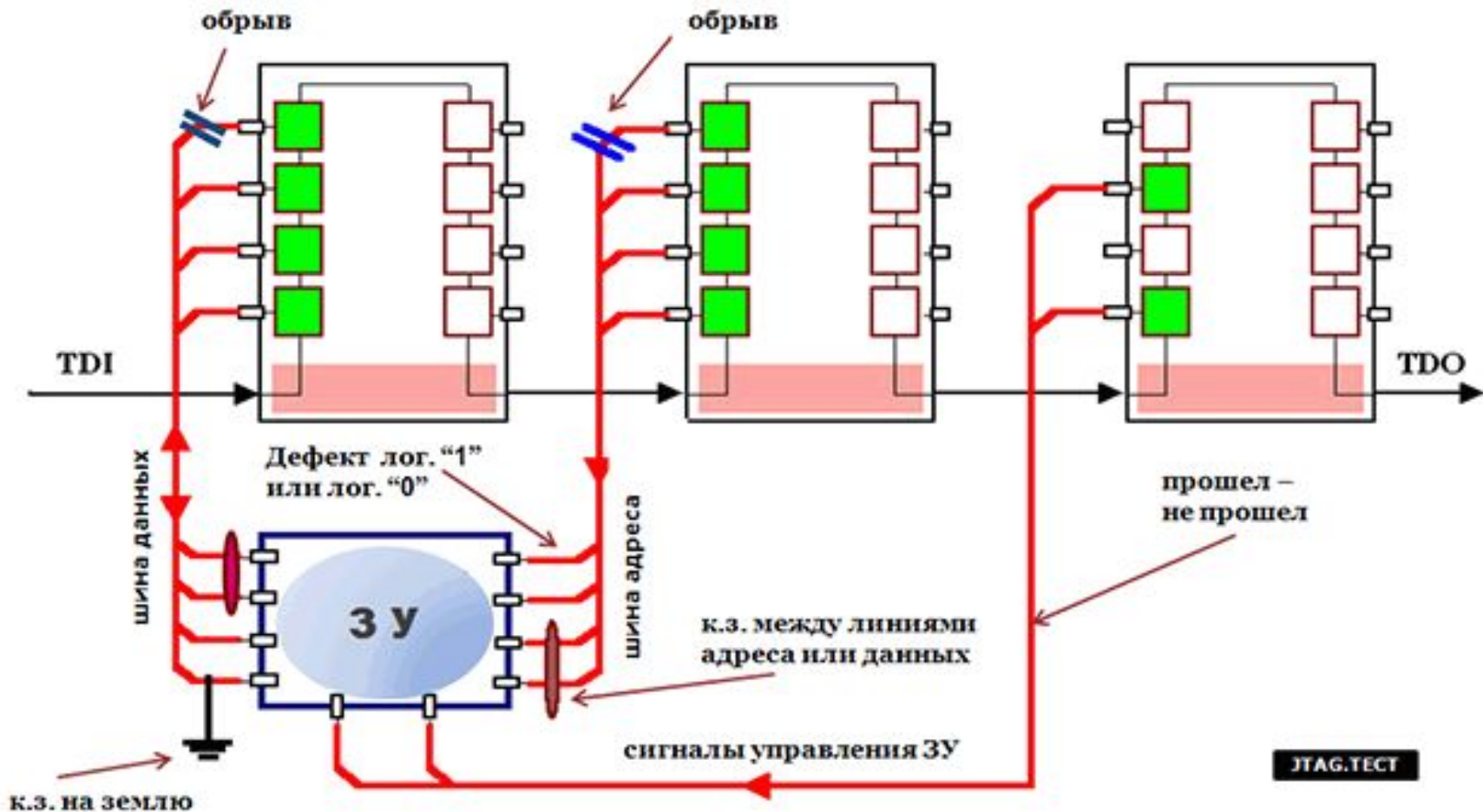
Тестування плат, блоків та багатоядерних систем



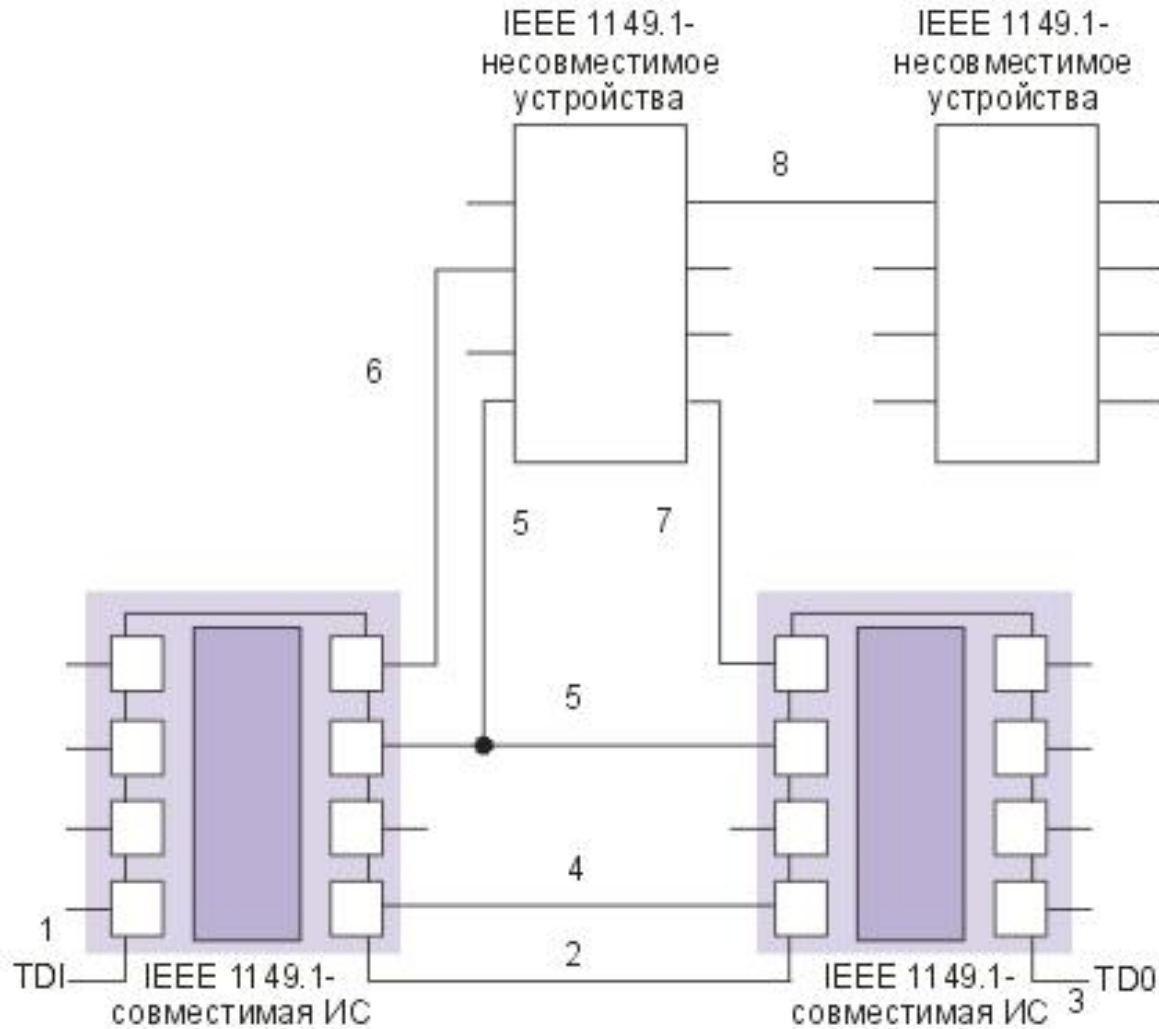
Режим програмування флеш-пам'яті та ПЛІС



Дослідження складних систем



Робота з несумісними пристроями



Автомат ТАР

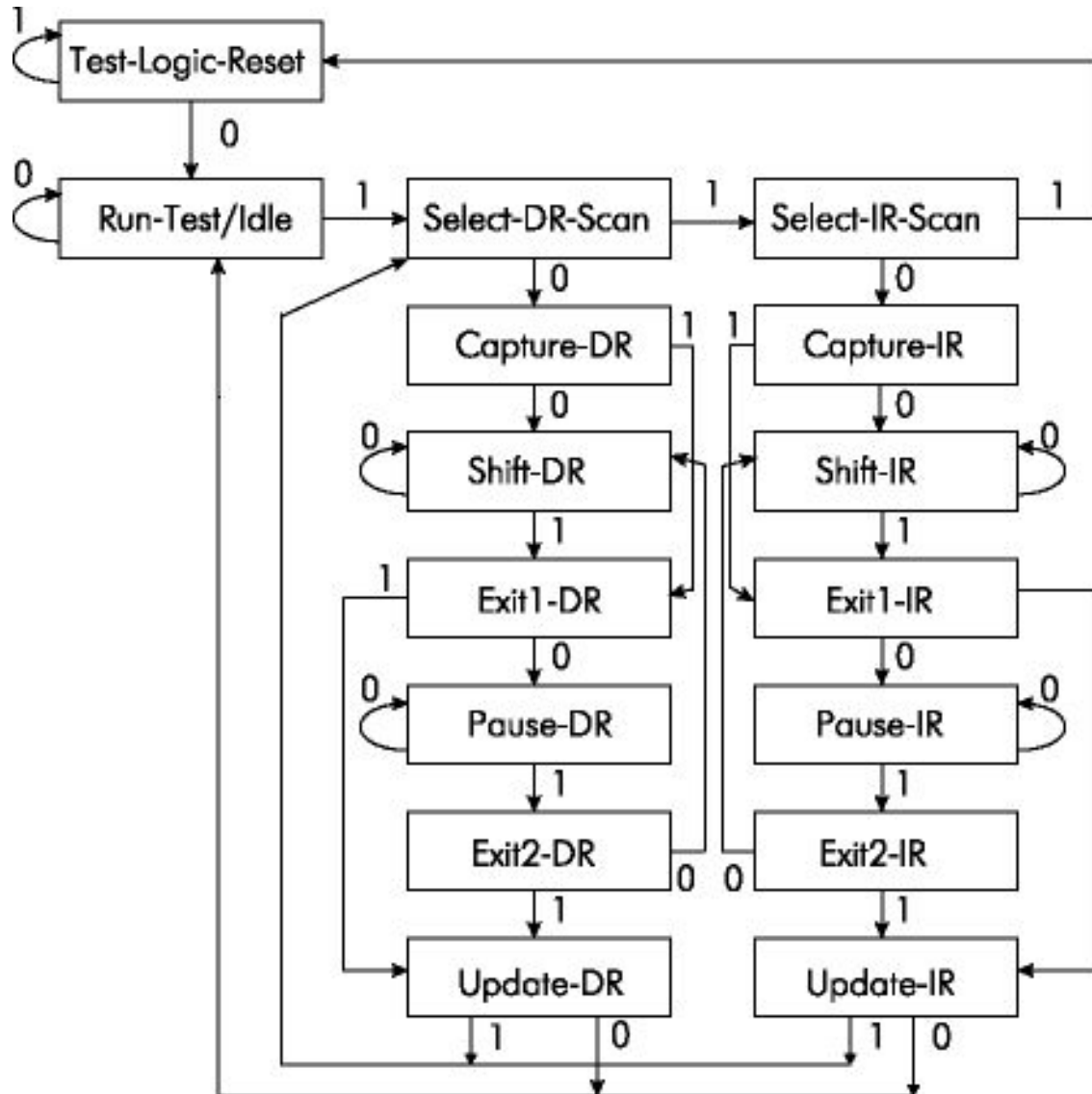
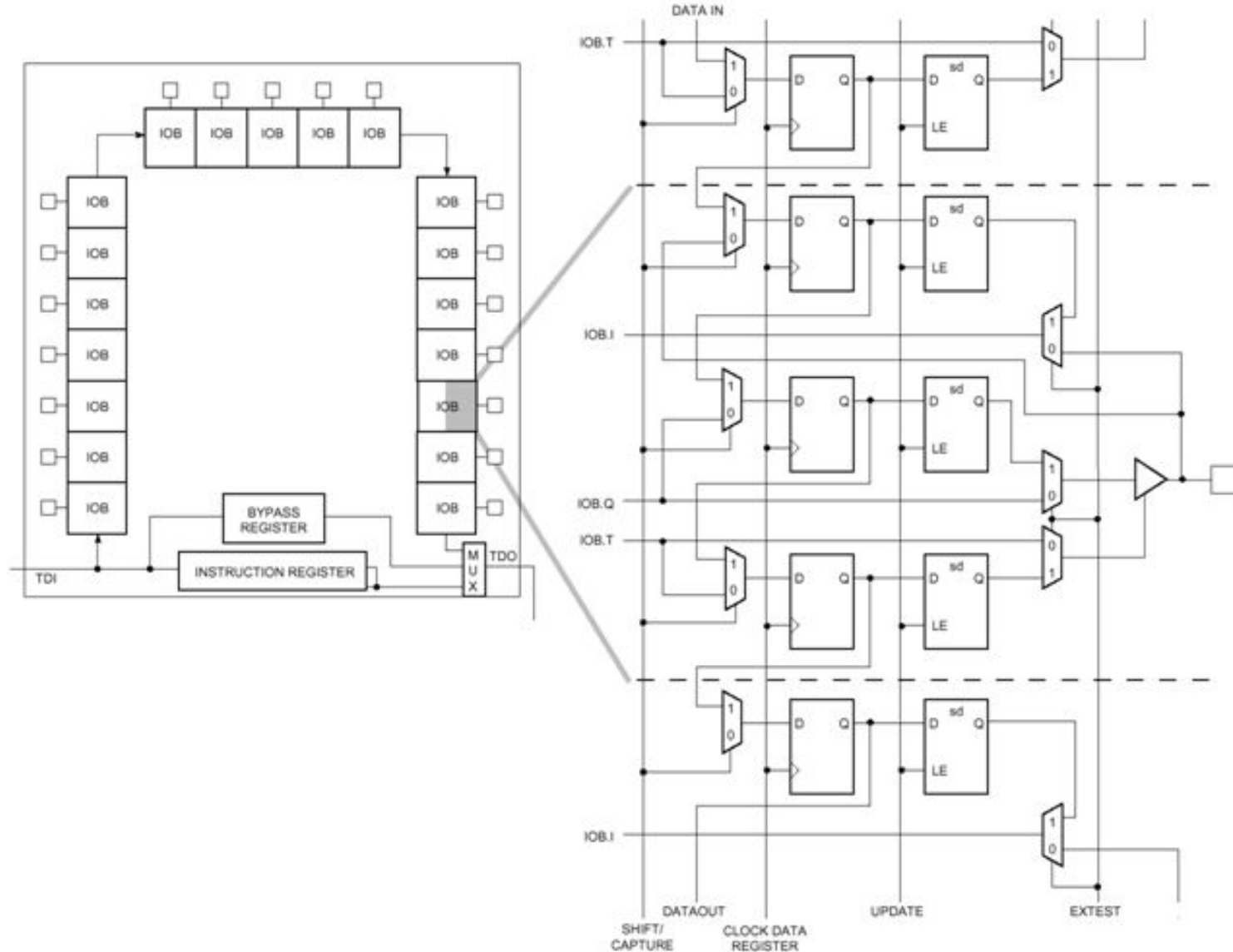


Схема однієї ланки реєстру зсуву



Система команд JTAG

1) Обов'язкові команди. До них відносяться команди таблиці 34.1.

Таблиця 34.1

Код команди	Позначення	Призначення
0...0	Extest	Зовнішнє тестування
Визначається розробником	Sample/Preload	Фіксація даних
1...1	Bypass	Робота через обхідний регістр.

2) Довільні команди (таблиця 34.2).

Таблиця 34.2

Код команди	Позначення	Призначення
Визначається розробником	IpCode	Читати вмістиме регістру ідентифікації
Визначається розробником	Highz	Встановити всі виводи в високо-імпедансний стан
Визначається розробником	Clamp	Перевірка вводу-виводу
Визначається розробником	InTest	Внутрішній тест
Визначається розробником	RunBist	Запуск системи самотестування
Визначається розробником	UserCode	Читати інформацію з додаткового регістра користувача

Команди розробника мікросхеми.

- Призначення і позначення цих команд, також їхні коди стандартом не регламентуються. Єдине обмеження для цих команд - вони не повинні використовувати коди команд двох попередніх категорій. Далі наведений коротенький опис кожної з команд.
- Exttest

Під час виконання цієї команди, з регістра даних тестові дані видаються назовні мікросхеми, а результати роботи мікросхеми запам'ятовуються в регістрі даних.

- Sample/Preload

За допомогою цієї команди між виводами TDI і TDO під'єднується регістр даних.

- Bypass

За допомогою цієї команди між виводами TDI і TDO під'єднується обхідний регістр.

- Intest

Під час виконання цієї команди, з регістра даних тестові дані видаються в середину мікросхеми, а вхідні її сигнали запам'ятовуються в регістрі даних.

- RunBist

За допомогою цієї команди запускається вбудована у мікросхему система її самотестування.

- Clamp

Під час виконання цієї команди, з регістра даних тестові дані видаються назовні мікросхеми, а між виводами TDI і TDO під'єднується обхідний регістр.

- Idcode

За допомогою цієї команди виконується читання через вихід TDO вмістимого регістра ідентифікаційного кода.

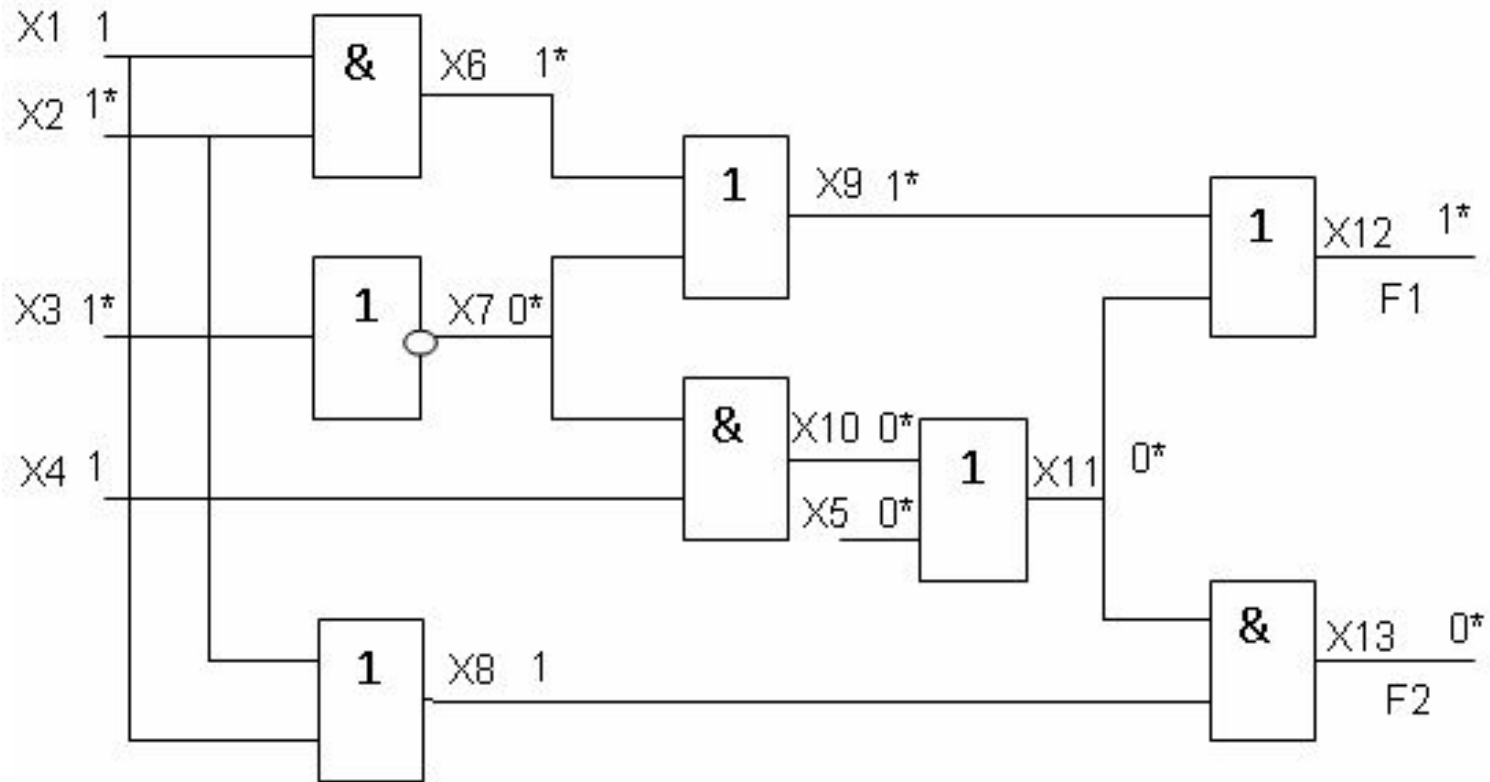
- UserCode

За допомогою цієї команди виконується читання через вихід TDO вмістимого ідентифікаційного регістра розробника (якщо такий регістр є).

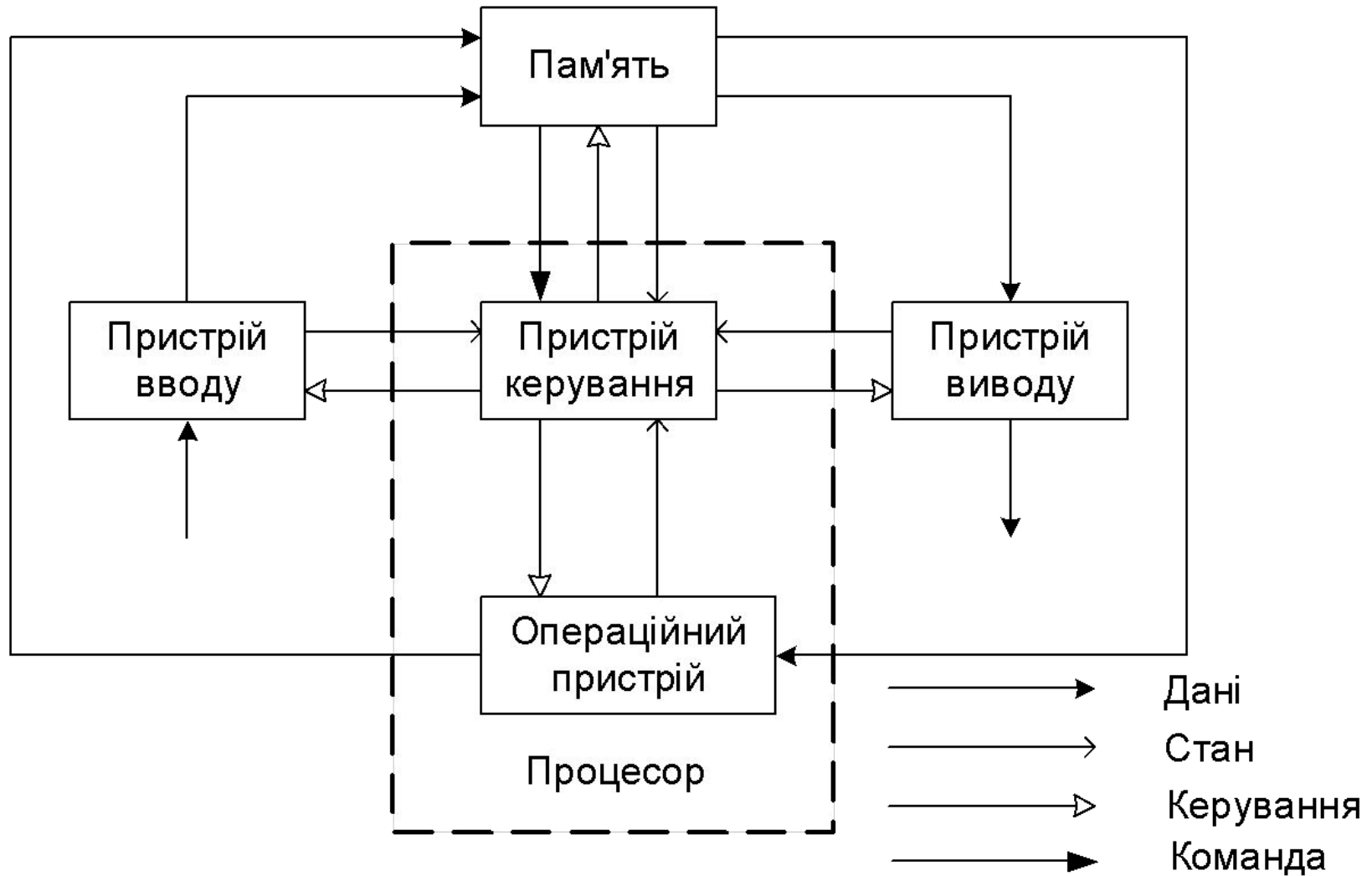
Мови опису тестів

- 1) спеціалізованої мови Boundary-Scan Description Language (BSDL). Ця мова є модифікацією мови VHDL і призначена для опису мікросхем. Файли програм мають розширення .BSM;
- 2) спеціалізованої мови Hierarchical Scan Description Language (HSDL). Ця мова також є модифікацією мови VHDL, але призначена для опису комірок і блоків;
- 3) послідовностей вхідних тестових, вихідних еталонних і масочних векторів у форматі ASCII - Serial Vector Format (SVF).

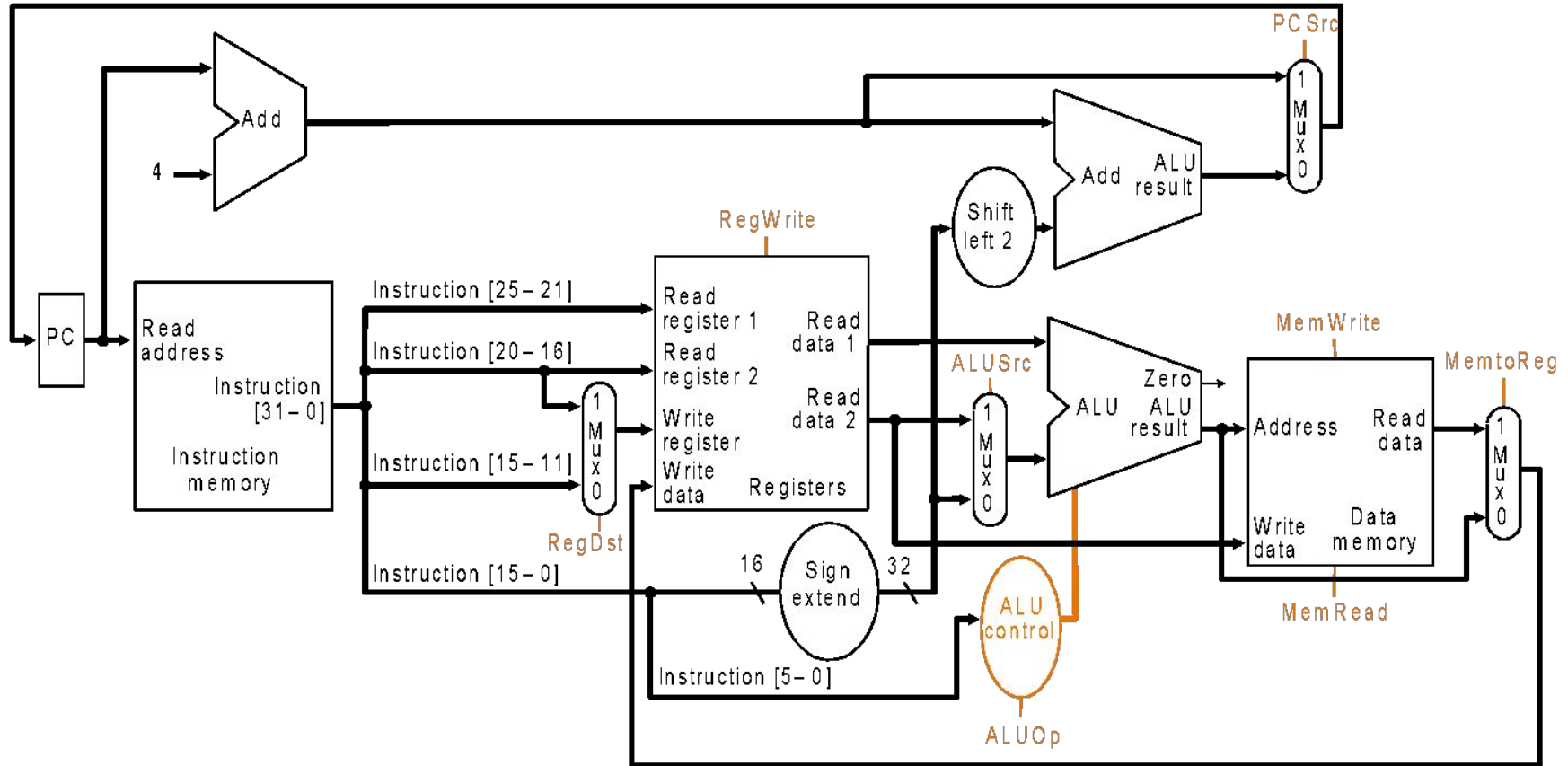
Метод активізації одновимірного шляху



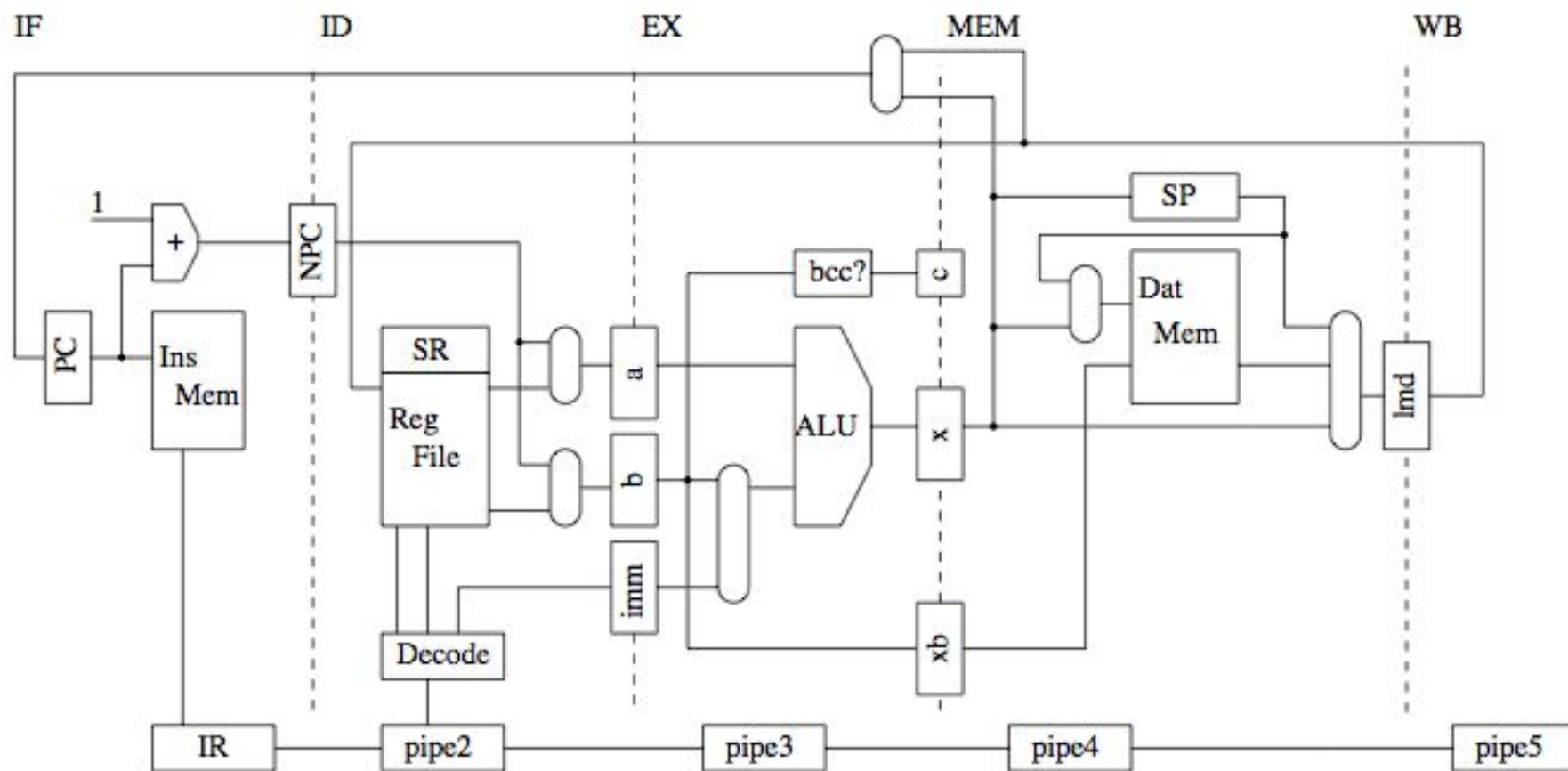
Структура комп'ютера



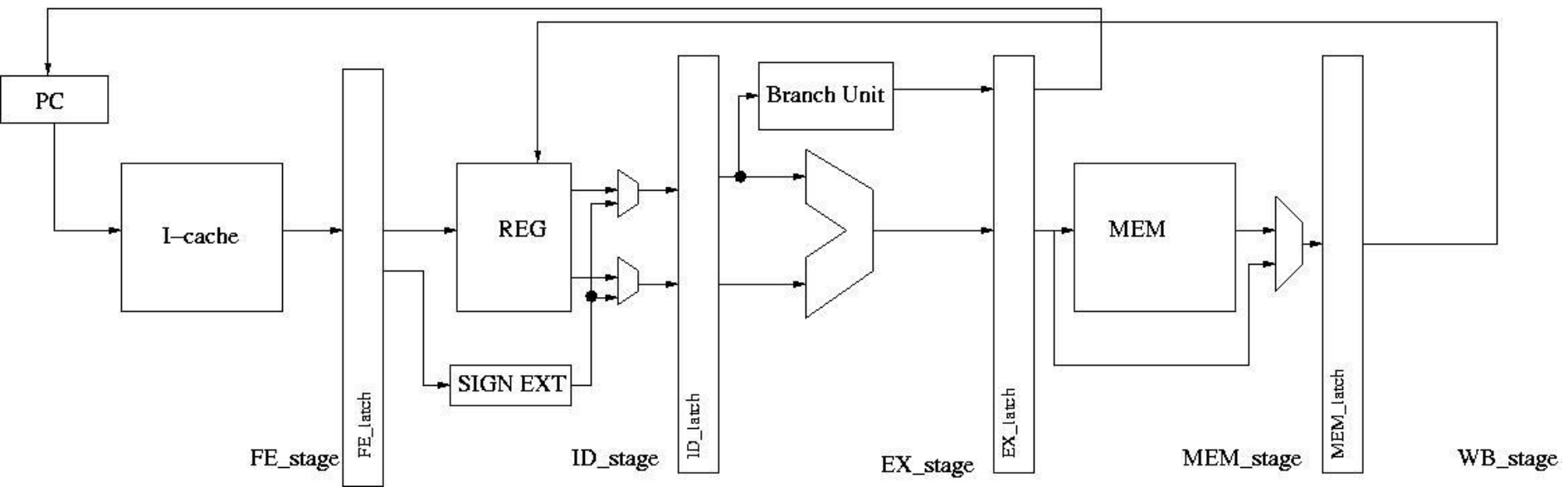
Детальна структура одноциклового операційного пристрою для RISC – де вхід?



Операційний пристрій для RISC (5 сходинок) – *де вхід?*



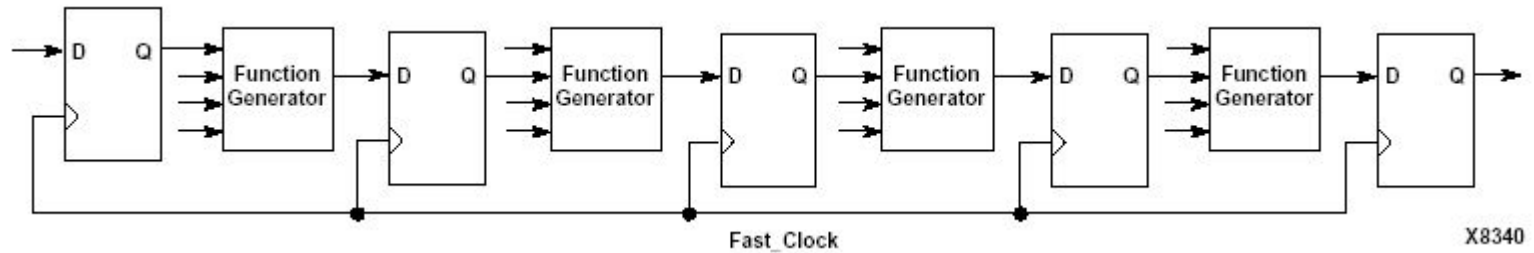
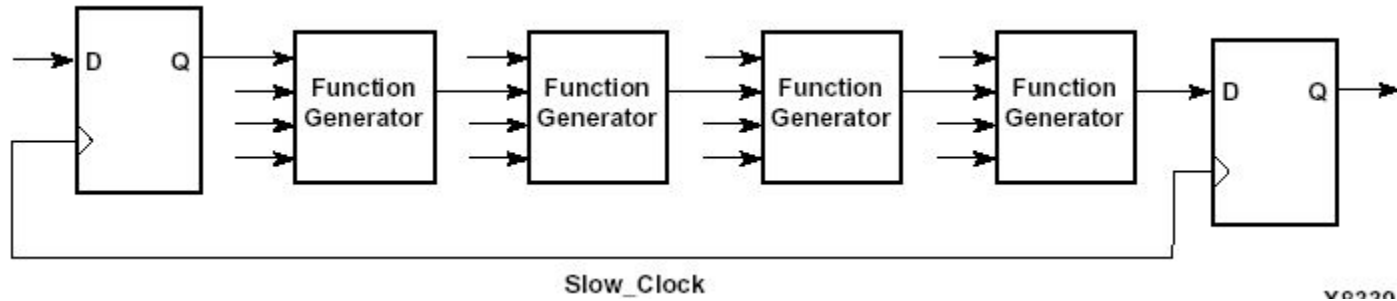
Операційний пристрій для RISC (5 сходинок) – де вхід?

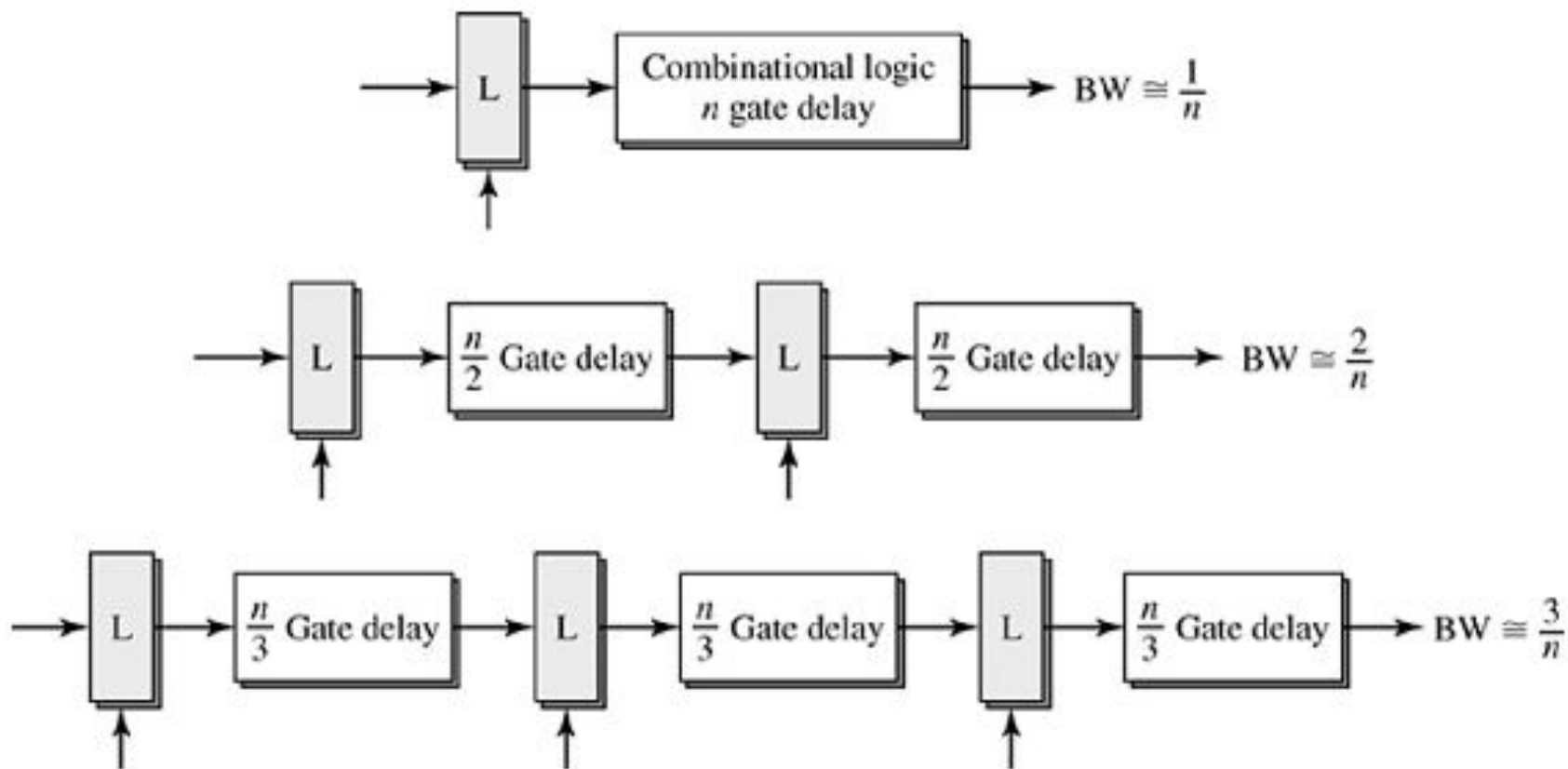


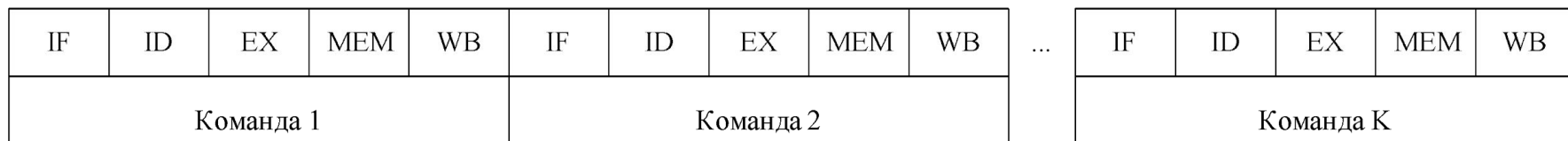
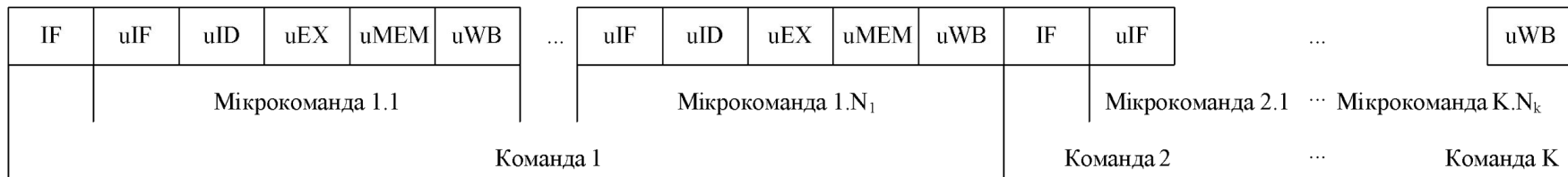
Обмін інформацією через двопортову пам'ять

- Безадресна пам'ять
 - FIFO
 - FILO
 - LIFO
 - LILO
- Одноадресна пам'ять
- Двоадресна пам'ять (двопортова)

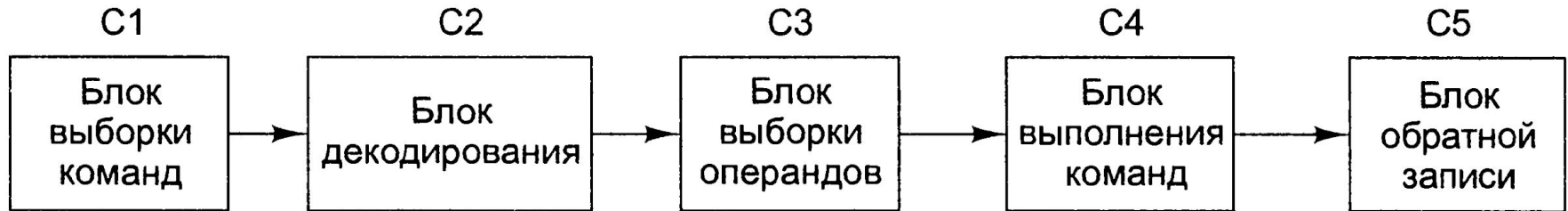
Обчислювальна структура без конвеєра і конвеєрна (нижня)







Робота конвеєра



а

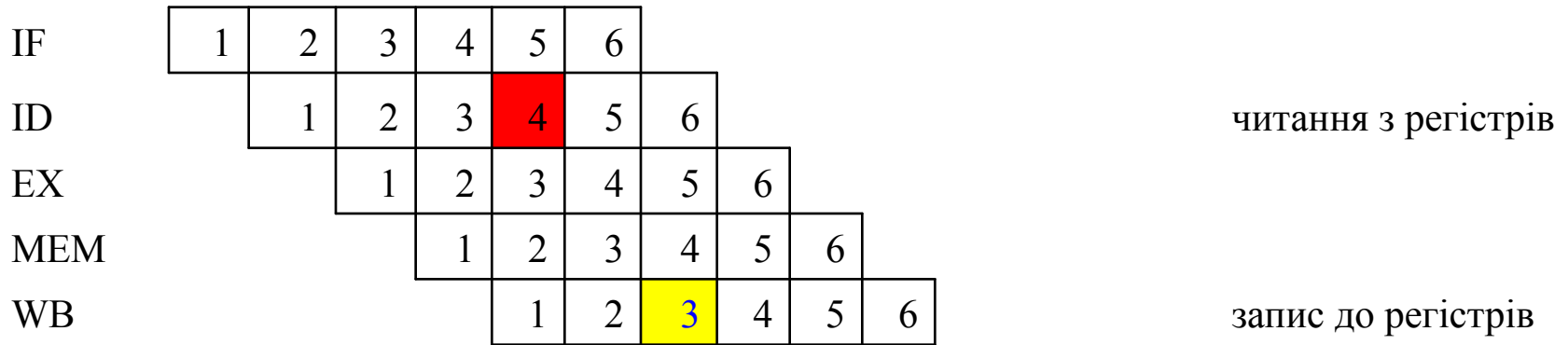


б

Конфлікти в конвеєрі

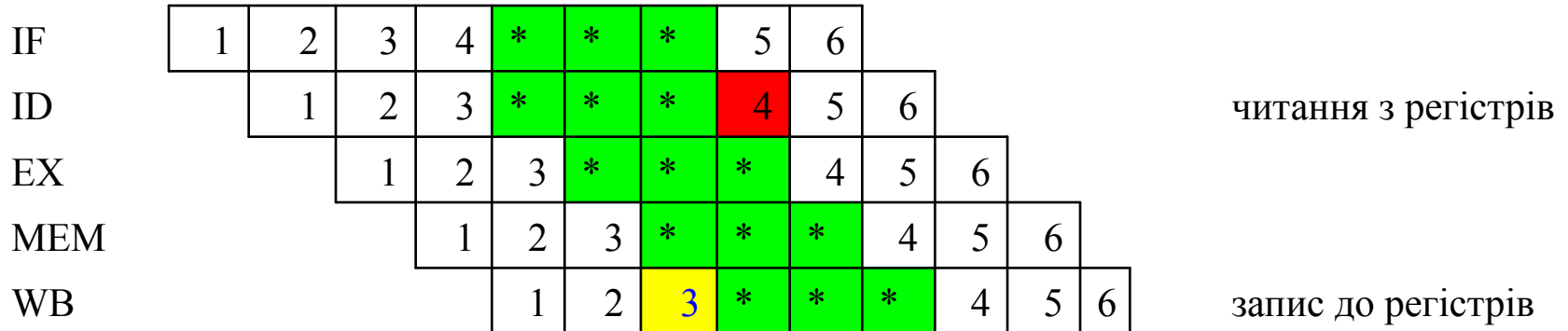
- Структурні (обмеженість апаратури)
 - Одночасне читання з однієї пам'яті команди і даних
- Даних
 - RAW (чтение после записи). 2 пытається прочитати операнд прежде чем 1 туда что-нибудь запишет.
 - WAR (запись после чтения). 2 пытається записать результат в приемник раньше, чем от считывается оттуда 1.
 - WAW (запись после записи). 2 пытається записать операнд раньше, чем будет записан результат 1.
- Керування
 - Умовні та безумовні переходи в програмі (алгоритми керування ВКС)

Конфлікт даних

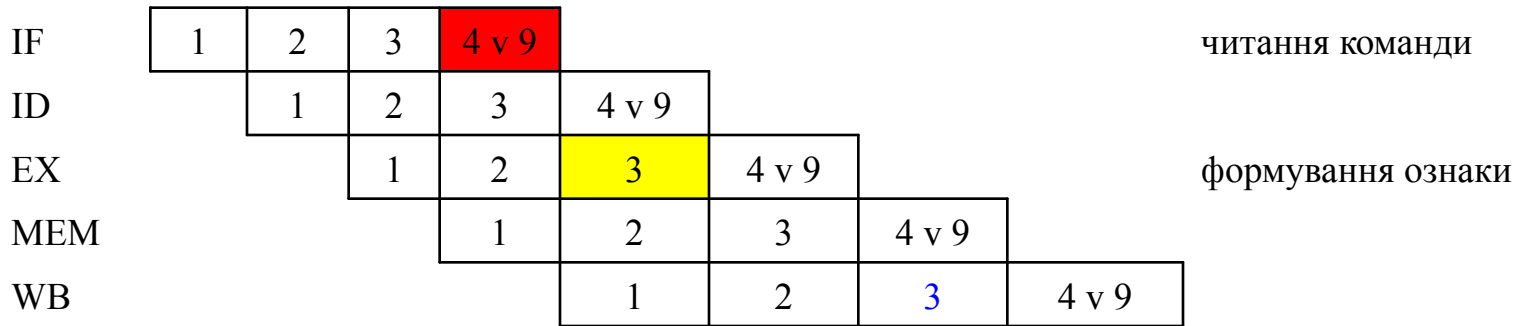


3) $R1+R2 \rightarrow R3$

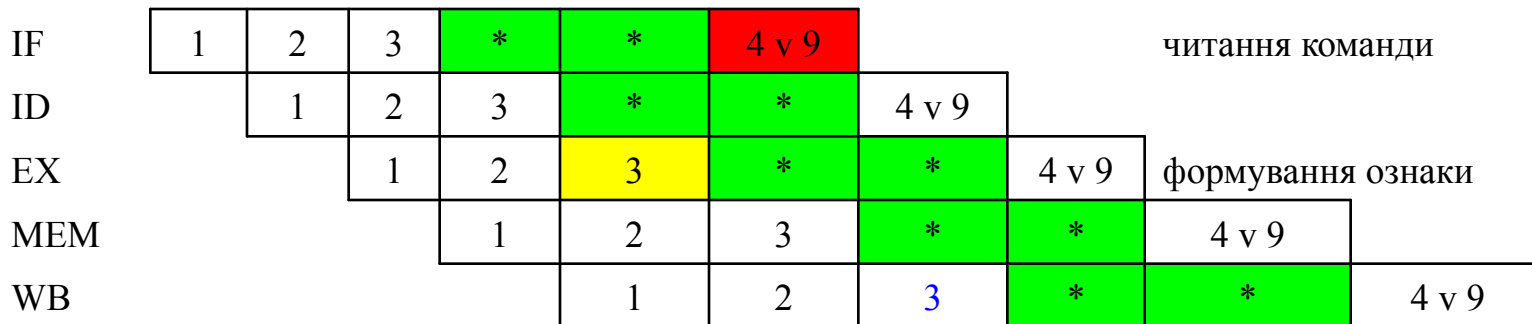
4) $R3+R4 \rightarrow R5$



Конфлікт керування



- 3) $R1+R2 \rightarrow R3$; Якщо $R3=0$ - перехід на команду 9
- 4) $R2 * R4 \rightarrow R5$
- ...
- 9) $R1 * R5 \rightarrow R2$



Керуюча програма на конвеєрі

- 3) Якщо ..., то на 9
- 4) Якщо ..., то на 34
- 5) Якщо ..., то на 11

IF	1	2	3	*	*	4	*	*	5	*	*				
ID		1	2	3	*	*	4	*	*	5	*	*			
EX			1	2	3	*	*	4	*	*	5	*	*		
MEM				1	2	3	*	*	4	*	*	5	*	*	
WB					1	2	3	*	*	4	*	*	5	*	*

Ряд Тейлора

$$e^x = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!}, x \in \mathbb{C}$$

$$\ln(1+x) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \dots = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{n+1}}{(n+1)} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1} x^n}{n}, |x| < 1$$

$$\sqrt{1+x} = 1 + \frac{x}{2} - \frac{x^2}{8} + \frac{x^3}{16} - \dots = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n (2n)!}{(1-2n)n!2^{2n}} x^n, |x| < 1$$

$$\frac{1}{1-x} = 1 + x + x^2 + x^3 + \dots = \sum_{n=0}^{\infty} x^n, |x| < 1$$

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \dots = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{(2n+1)!} x^{2n+1}$$

$$\cos x = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \dots = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{(2n)!} x^{2n}$$

$$\operatorname{tg} x = x + \frac{x^3}{3} + \frac{2x^5}{15} + \dots = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{B_{2n} (-4)^n (1-4^n)}{(2n)!} x^{2n-1} \quad |x| < \frac{\pi}{2}$$

$$\arcsin x = x + \frac{x^3}{6} + \frac{3x^5}{40} + \dots = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(2n)!}{4^n (n!)^2 (2n+1)} x^{2n+1} \quad |x| < 1$$

$$\operatorname{arctg} x = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \dots = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{2n+1} x^{2n+1} \quad |x| < 1$$

Схема Горнера

$$P(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + \dots + a_nx^n, \quad a_i \in \mathbb{R}$$

$$P(x) = a_0 + x(a_1 + x(a_2 + \dots x(a_{n-1} + a_nx) \dots))$$

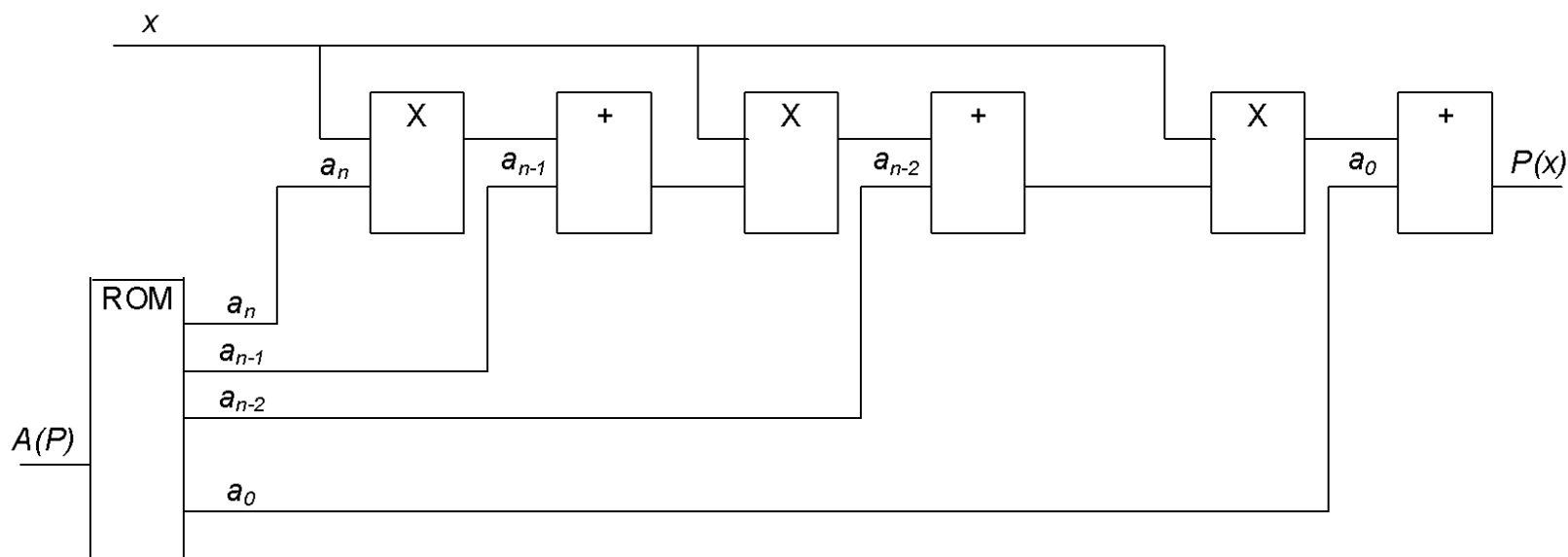


Схема Горнера з конвеєром

$$P(x) = a_0 + x(a_1 + x(a_2 + \dots x(a_{n-1} + a_n x) \dots))$$

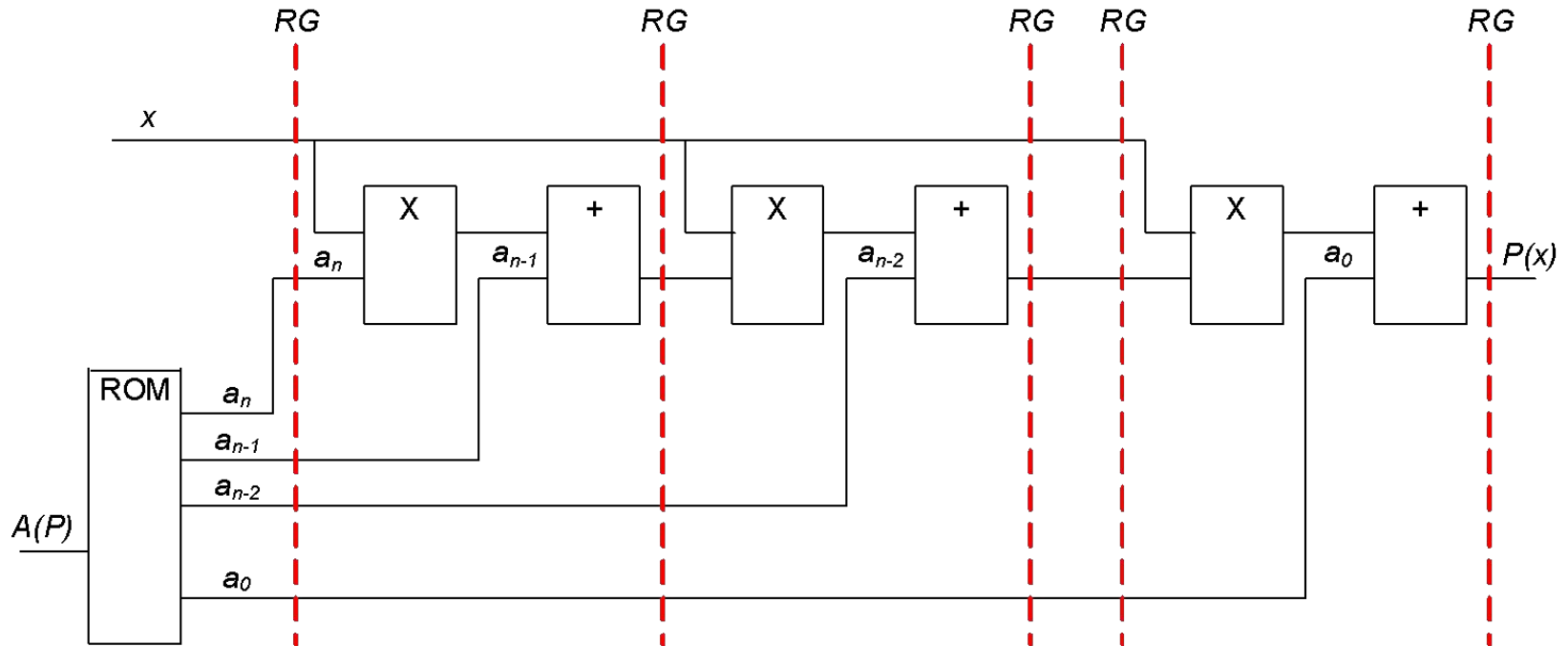
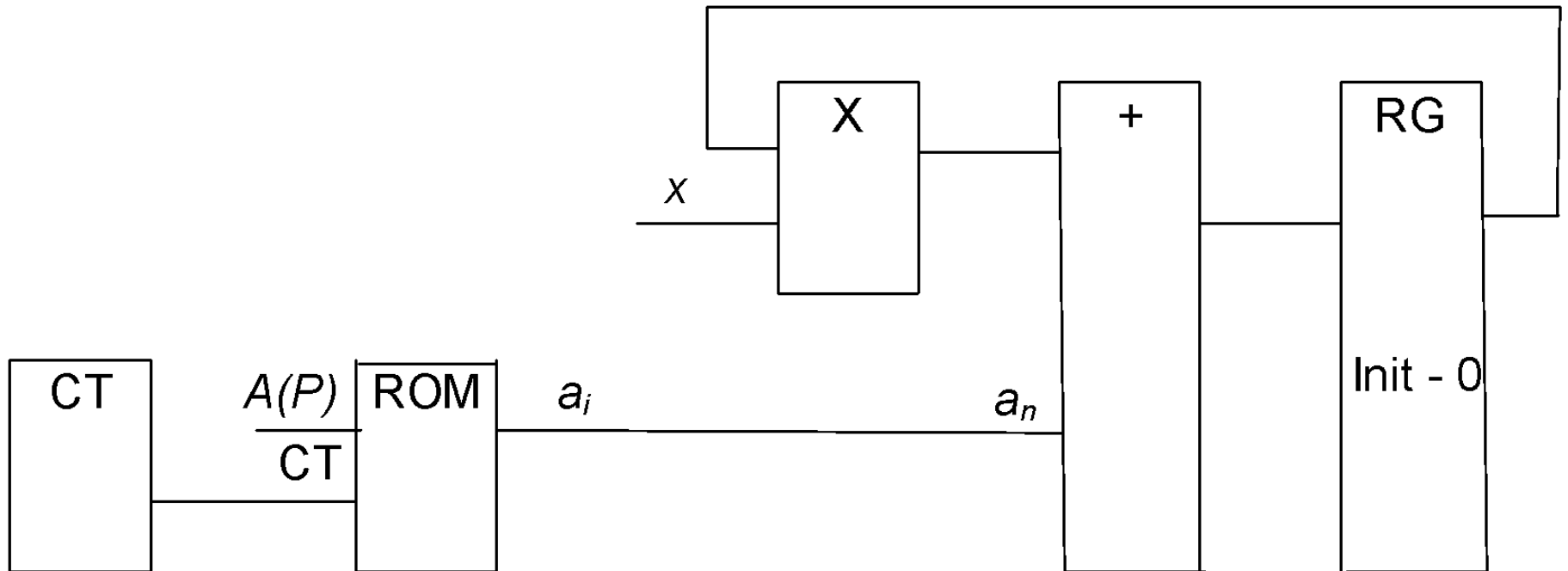
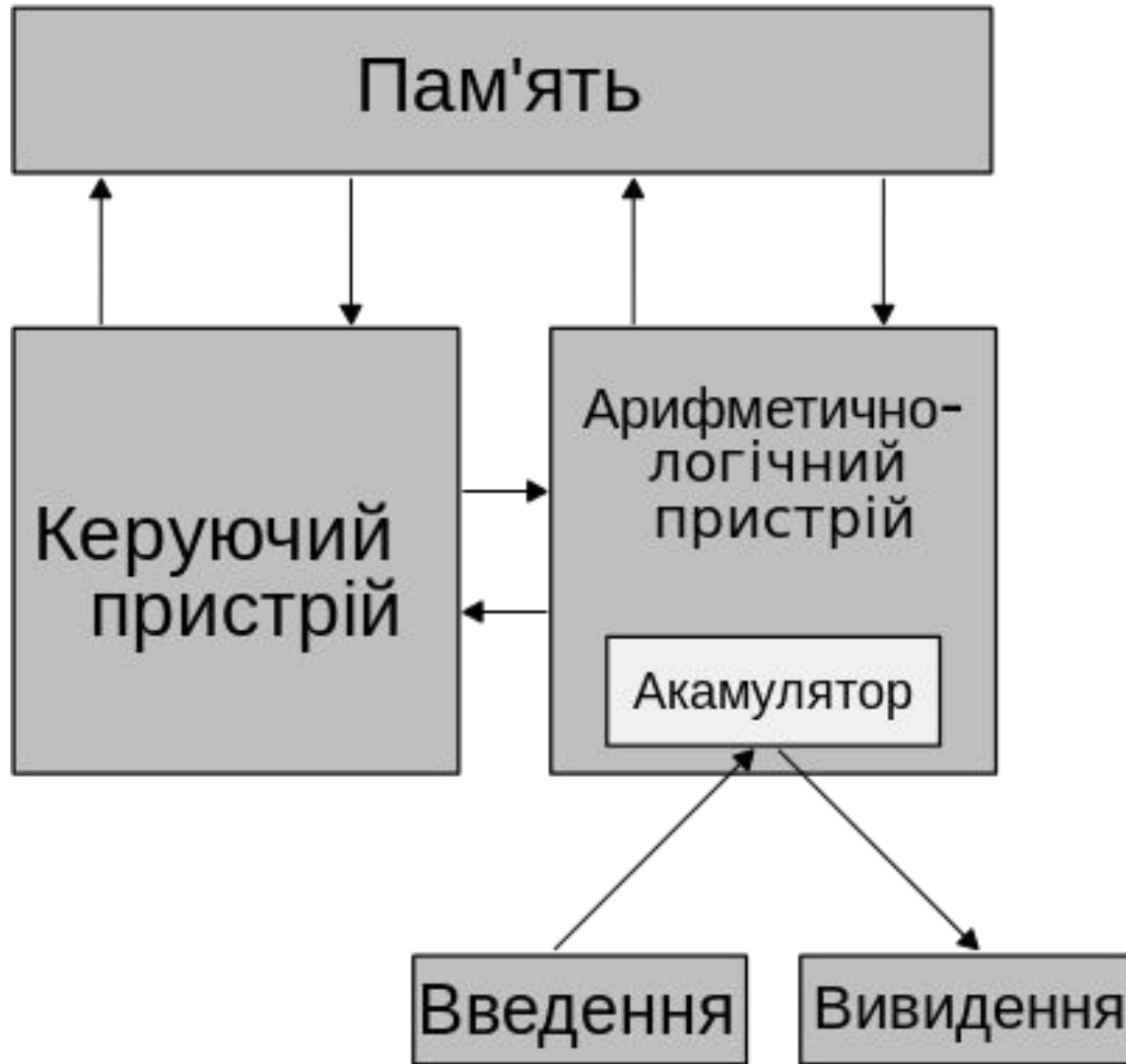


Схема Горнера циклічна

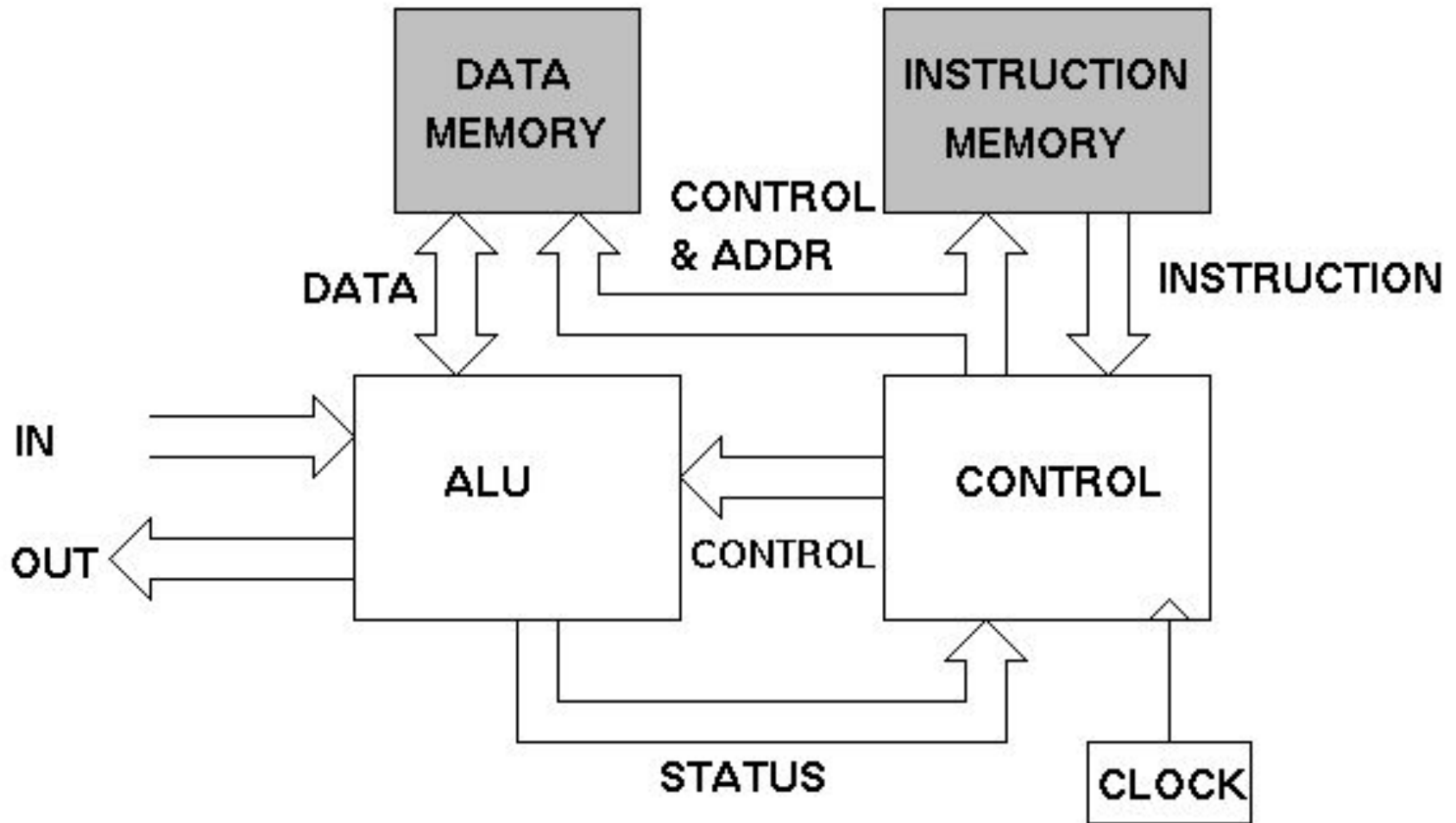
$$P(x) = a_0 + x(a_1 + x(a_2 + \dots x(a_{n-1} + a_n x) \dots))$$



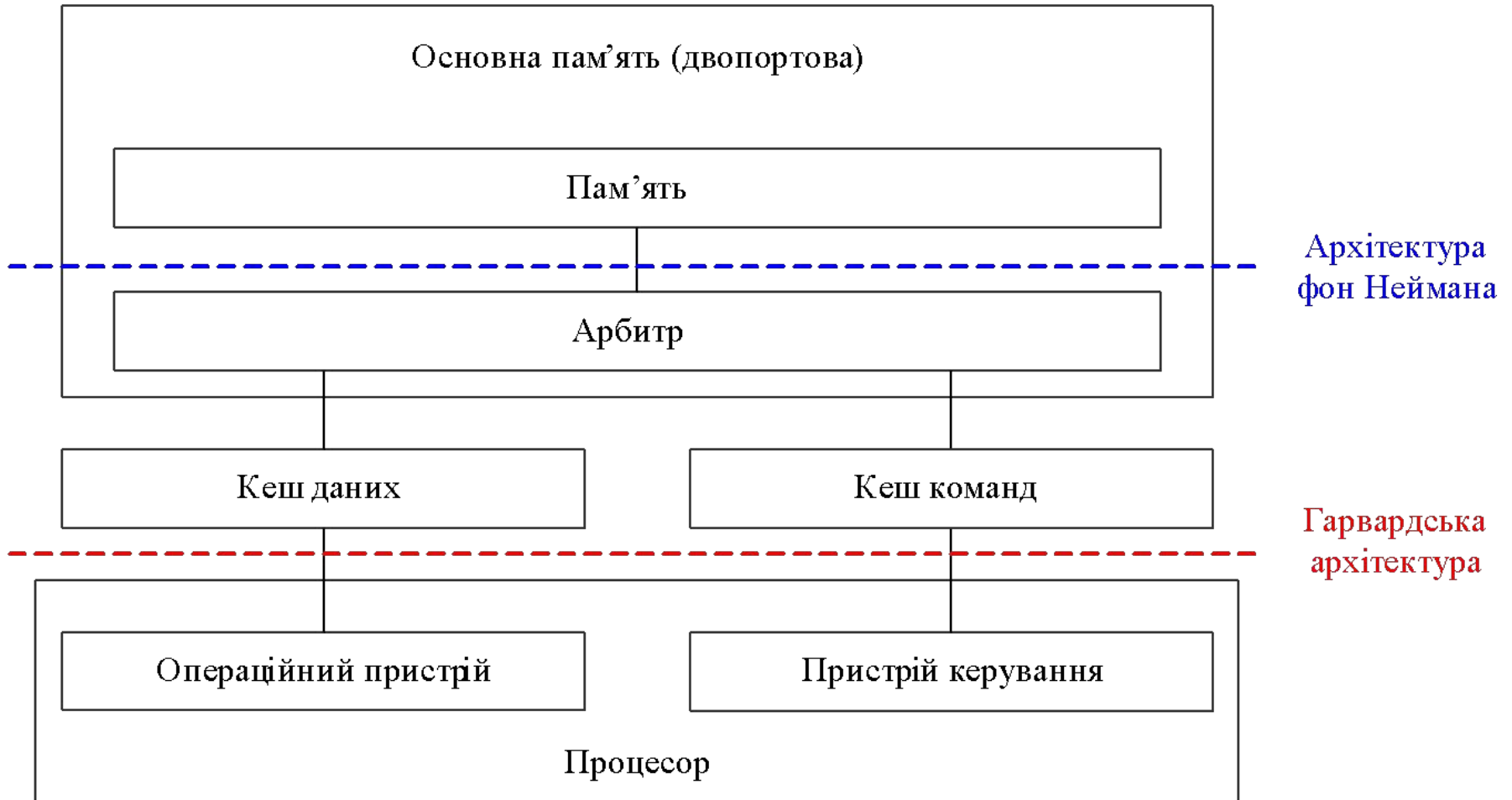
Архітектура фон Неймана



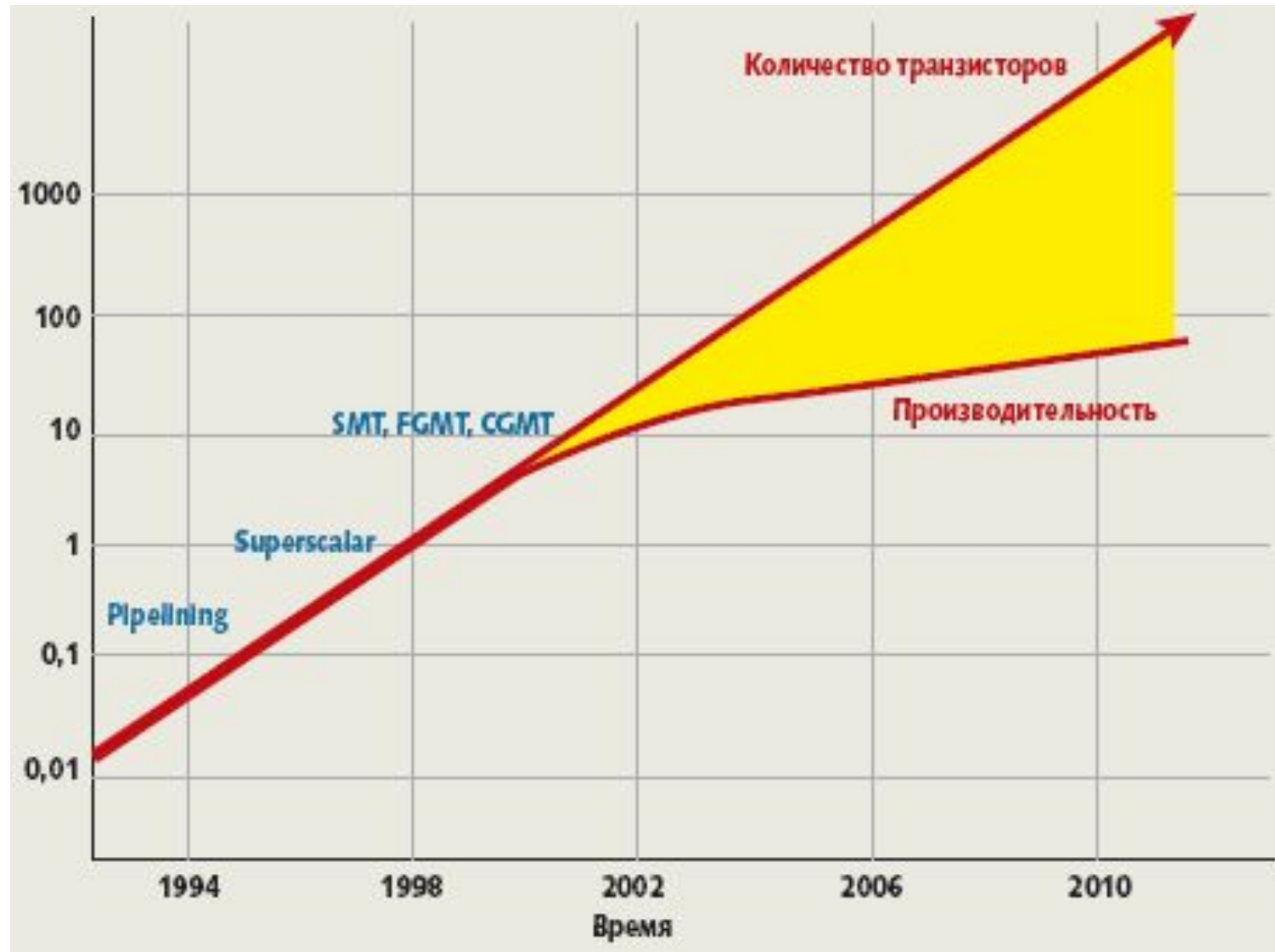
Гарвардська архітектура



Поєднання архітектур



Продуктивність і кількість транзисторів



а) Традиционный процессор



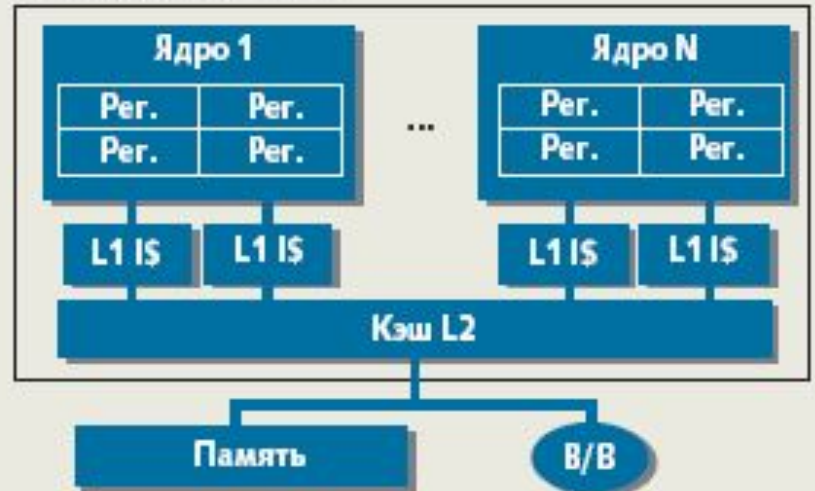
б) Простая многоядерная архитектура



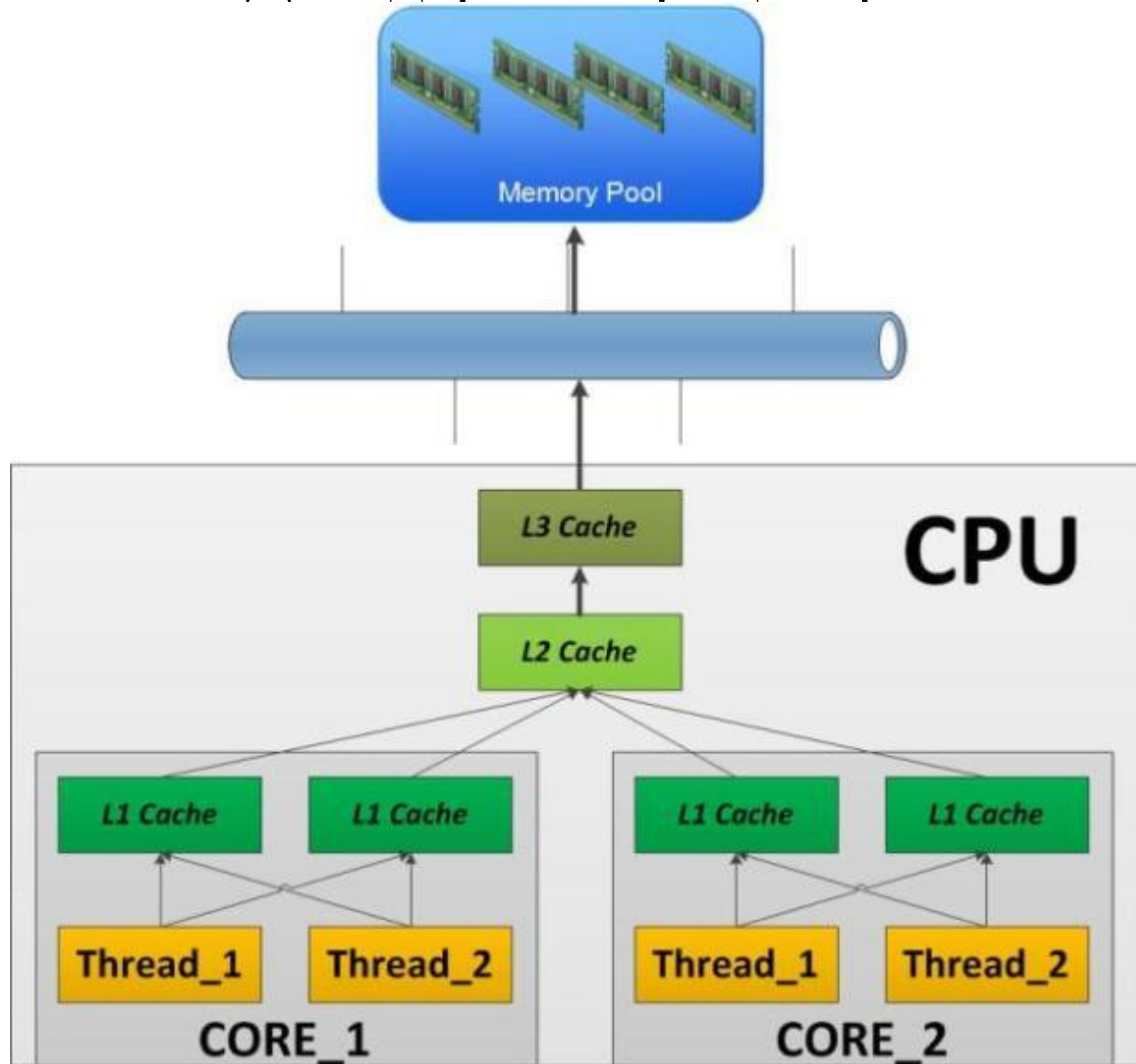
в) Многоядерная архитектура с общей кэш-памятью

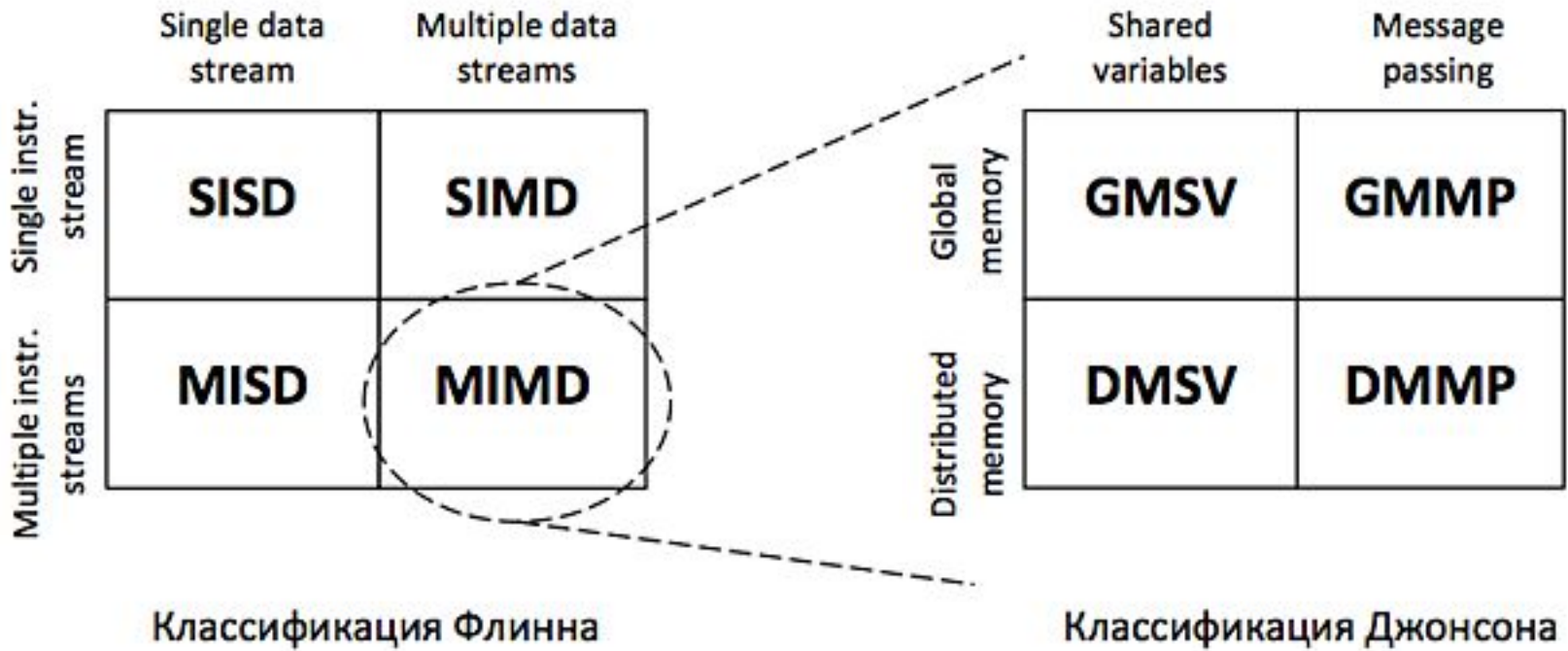


г) Многопоточная многоядерная архитектура с общей кэш-памятью



Двоядерний процесор





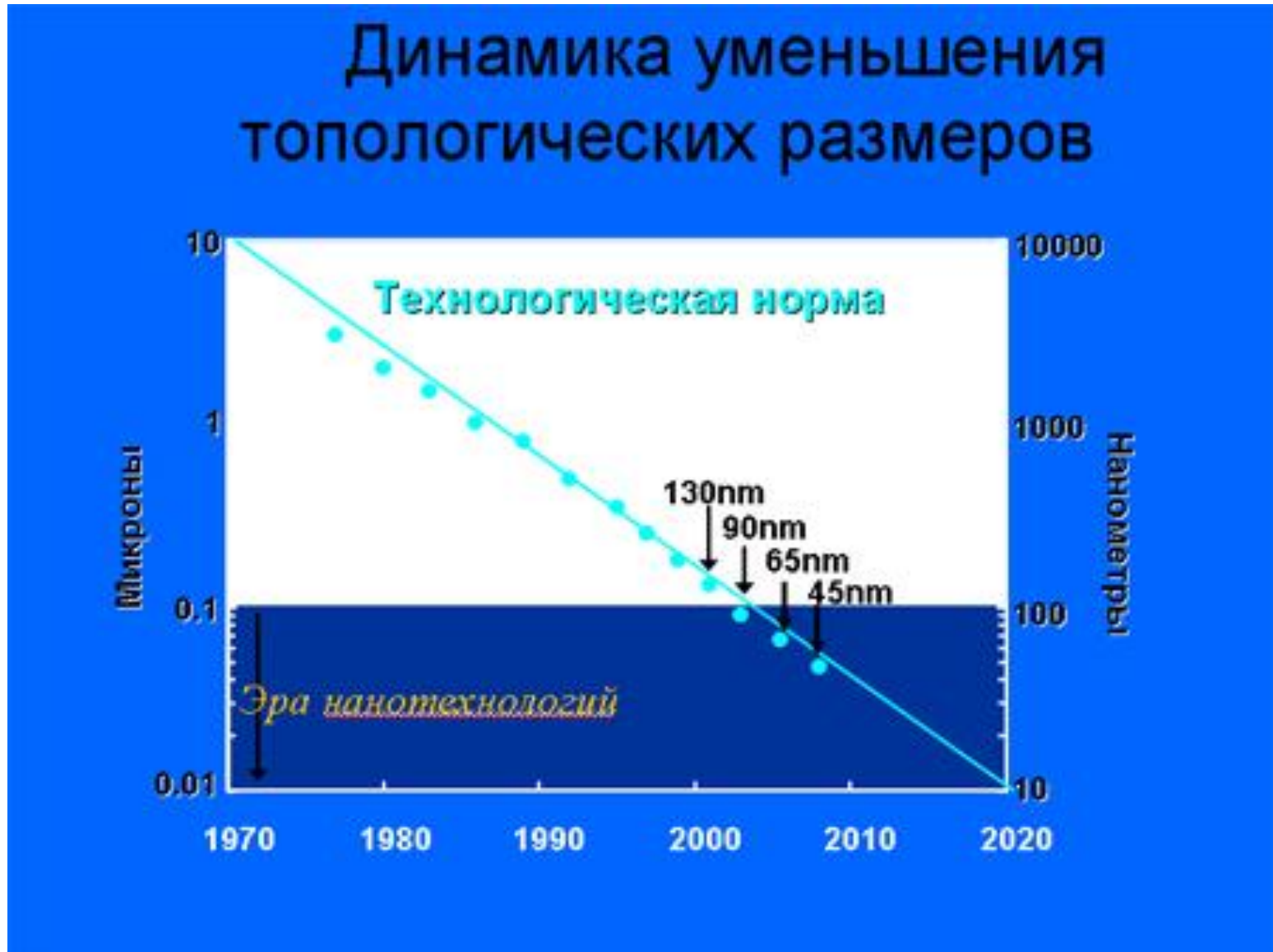
Закон Амдаля для паралельних структур



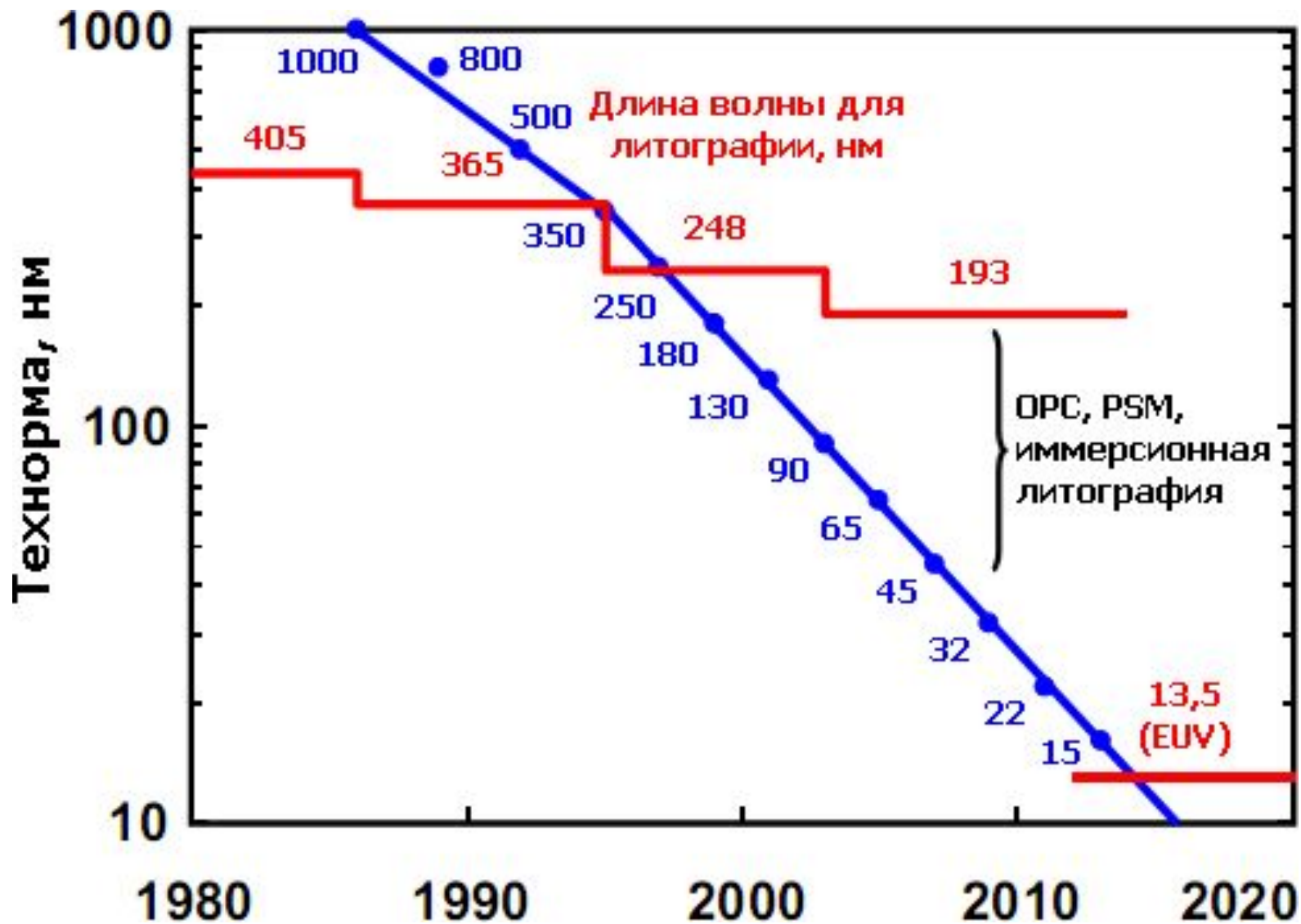
$$S_p \leq \frac{1}{f + (1-f)/p} \leq S^* = \frac{1}{f}$$

- f – частка послідовного коду
- p – кількість паралельних процесорів (ядер)

Динаміка зменшення топологічних розмірів



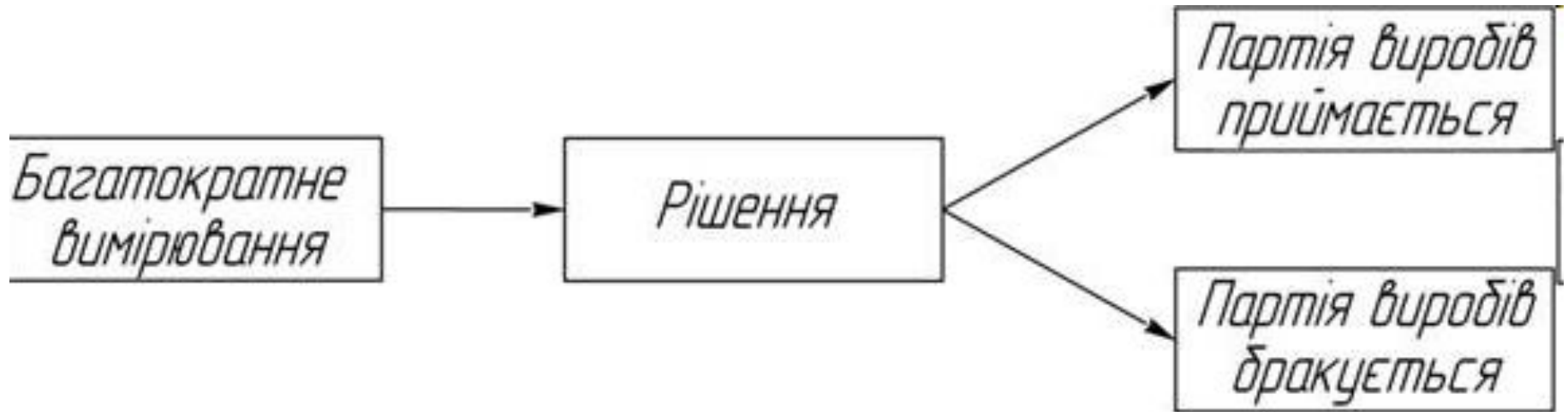
Технологічні норми



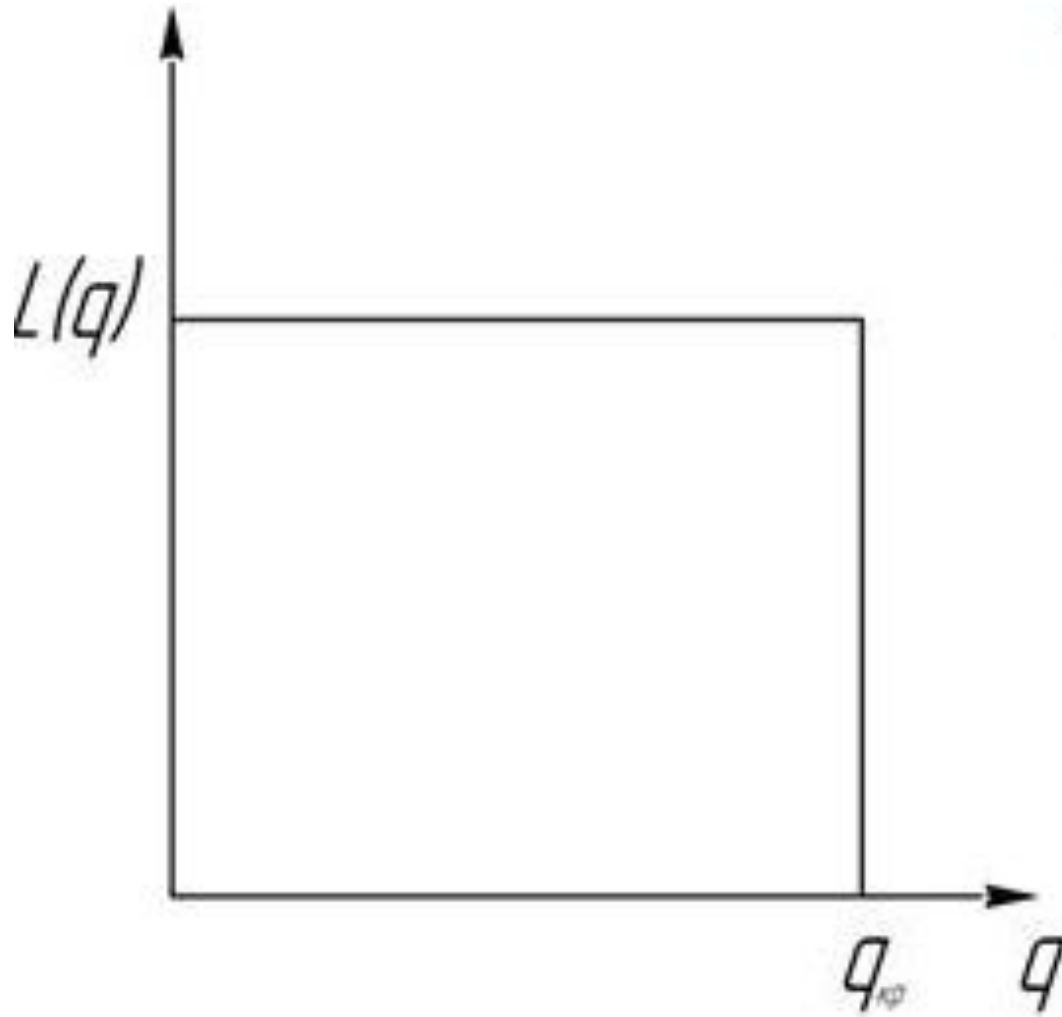
Масштабування НВІС

- $P = NFCV^2$
- k - зменшення розміру (в k разів)
 - $V_{\text{нова}} = V/k;$
 - $C_{\text{нова}} = C/k;$
 - $I_{\text{дновий}} = I_d/k;$
 - $t_{\text{новий}} = t/k; F_{\text{нова}} = kF;$
 - $R_{\text{новий}} = kR;$
 - $P_{\text{новий}} = P/k^2$
 - $\tau_{\text{нова}} = \tau;$
 - $L_{\text{нова}} = kL(?);$
 - $v_{\text{нова}} = v (?);$
 - $N_{\text{нове}} = k^2N.$

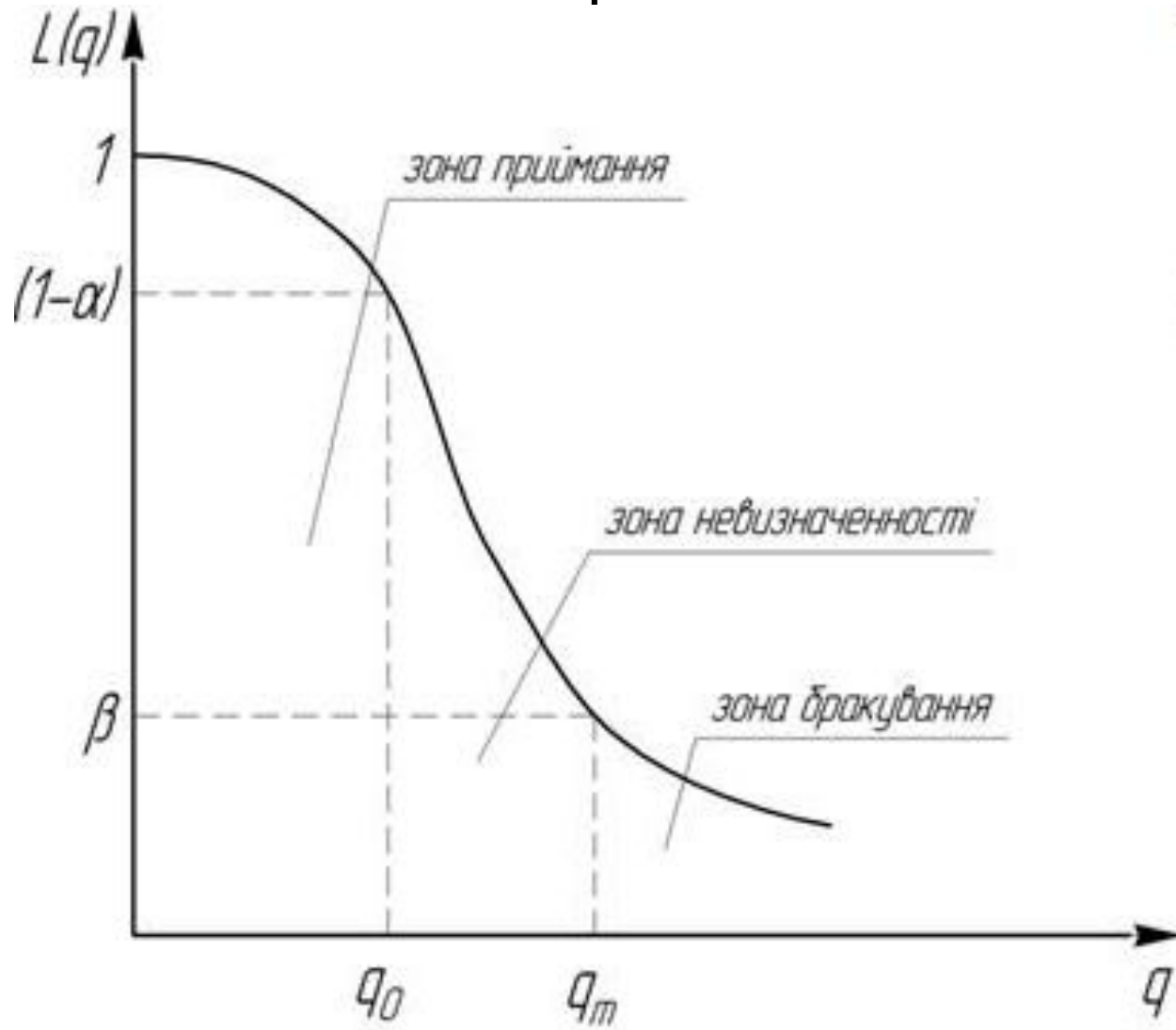
Схема вибіркового контролю



Оперативна характеристика суцільного контролю



Оперативна характеристика статистичного контролю



Оперативна характеристика статистичного контролю

У кількісному співвідношенні вимоги до партії виражаються в тому, що ймовірність прийняття партії з рівнем якості $q < q_0$ повинна бути не менша $(1 - \alpha)$, а ймовірність приймання партії з $q > q_m$ не повинен перевищувати β .

Завдання ризиків α і β - забезпечувати гарантії постачальника й споживача відносно бракування якісних і приймання неякісних партій.

На практиці величини α і β вибираються рівними 0,1; 0,05; 0,01.

Гіпергеометричний розподіл

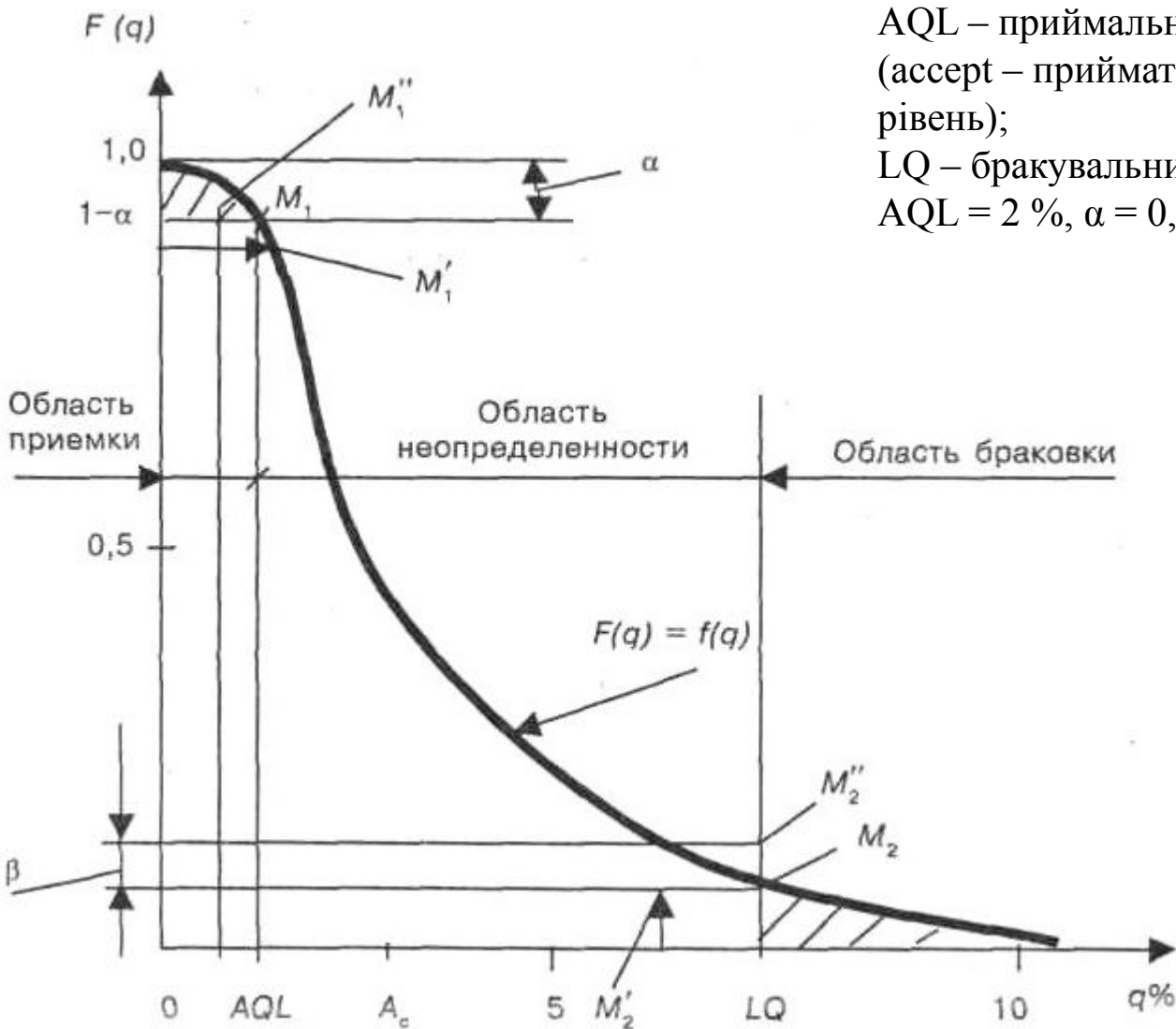
$$F(q) = \sum_{z=0}^{z=A_c} P(n, z),$$

$$\sum_{z=0}^{z=A_c} P(n, z) = P(60, 0) + P(60, 1) + P(60, 2) + \dots + P(60, 20),$$

$$\sum_{z=0}^{A_c} P(n, z) = \frac{C_N^{A_c} \times C_{N-N_q}^{n-A_c}}{C_N^n} = \frac{C_{1200}^3 \times C_{1200-q}^{100-3}}{C_{1200}^n},$$

Оперативная характеристика плана приемочного контроля

Доля дефектных изделий в партии q (в %)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вероятность приемки F(q)	1,0	0,98	0,86	0,65	0,43	0,25	0,15	0,08	0,04	0,02	0,01



α – ризик постачальника;
 β – ризик замовника;
 AQL – приймальний рівень дефектності
 (асерт – приймати; quality – якість; level –
 рівень);
 LQ – бракувальний рівень дефектності .
 AQL = 2 %, $\alpha = 0,05$, LQ = 5 % и $\beta = 0,05$

Розподіл Пуассона

- Якщо ймовірність q події A дуже мала ($q \leq 0,1$), а число випробувань велике, то ймовірність того, що подія A наступить d раз в n випробуваннях, буде дорівнювати

$$p(n, d) = \frac{a^d}{d!} e^{-a} = \frac{(nq)^d}{d!} e^{-nq}$$

$$\begin{cases} F(n; A_c; q = 0,02) = 0,95; \\ F(n; A_c; q = 0,05) = 0,05. \end{cases}$$

- Перше рівняння виражає ризик постачальника, друге - ризик замовника.
В системі два рівняння і дві невідомі величини – n и A_c – бракувальне число.

Запишемо ймовірність прийому партії $F(n; A_c; q = 0,02) = 0,95$ і вірогідність її бракування $F(n; A_c; q = 0,05) = 0,05$, використовуючи розподіл Пуассона:

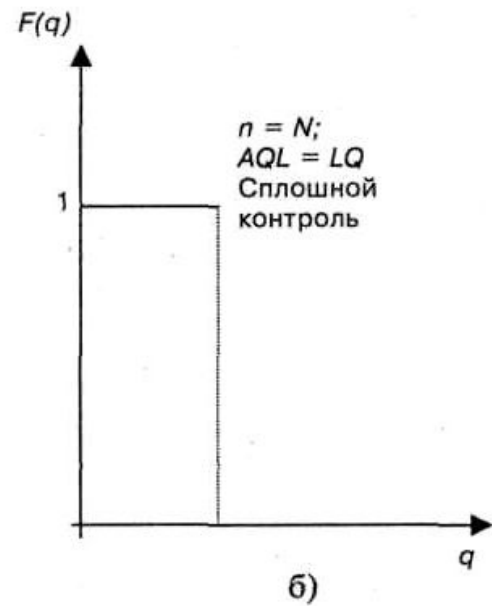
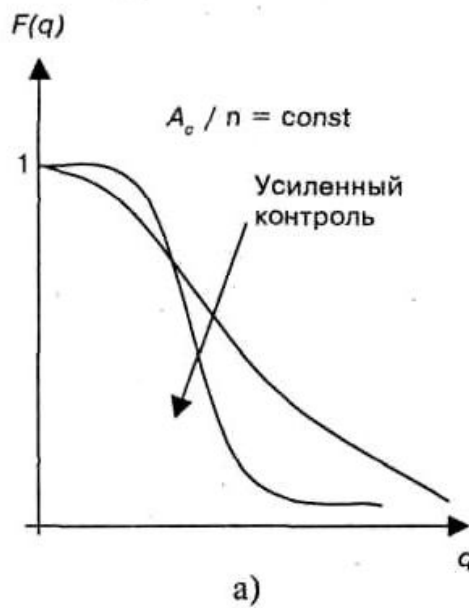
$$\begin{cases} F(n; A_c; q = 0,02) = \sum_{z=0}^{A_c} \frac{(n \times q)^z}{z!} \times e^{-nq} = \\ = \frac{(n \times q)^0}{0!} \times e^{-nq} + \frac{(n \times q)^1}{1!} + \frac{(n \times q)^2}{2!} + \dots + \frac{(n \times q)^{A_c}}{A_c!} = 0,95; \\ F(n; A_c; q = 0,05) = \sum_{z=0}^{A_c} \frac{(n \times q)^z}{z!} \times e^{-nq} = 0,05. \end{cases}$$

$$A_c = 12 \text{ і } nq = 7,69.$$

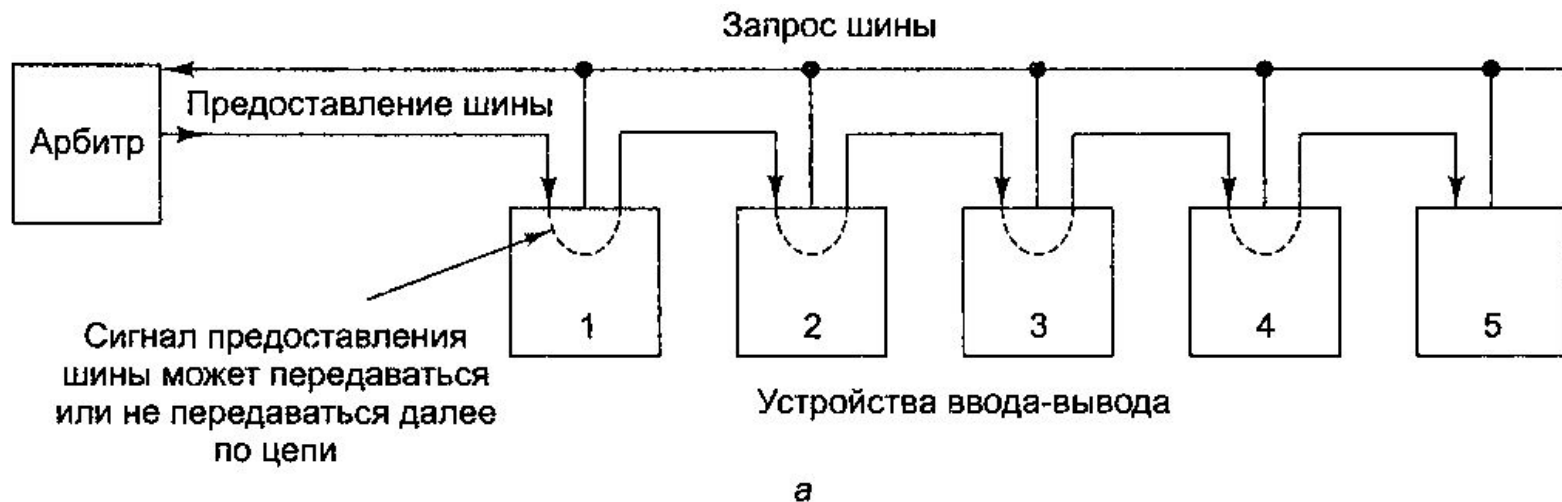
З партії необхідно вибирати виробів $n = \frac{nq'}{q'} = \frac{7,69}{0,02} \approx 384,5 \approx 400$

Якщо серед 400 виробів виявиться менше 12 дефектних, то вона приймається, якщо більше 12 дефектних, то вона бракується. При цьому 5% партій може помилково бракуватися і стільки ж може бути прийняте помилково.

Типові оперативні характеристики планів приймального контролю



Послідовний арбітраж



Паралельний арбітраж

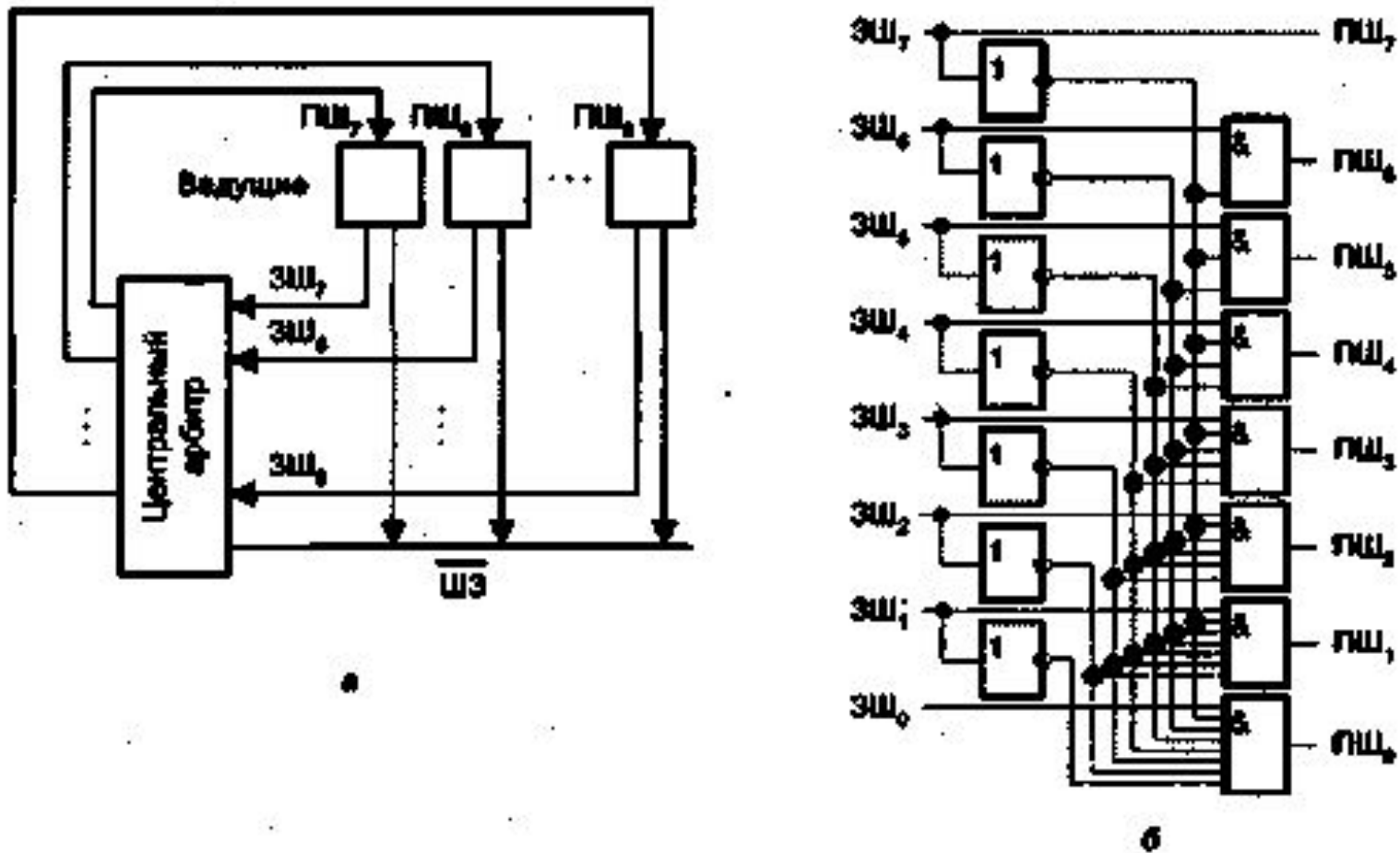
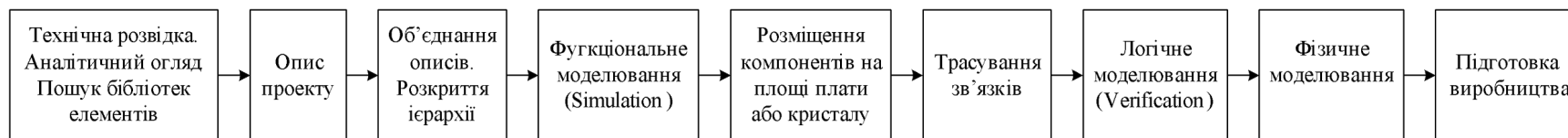


Рис. 4.11. Централизованный параллельный арбитраж: а — общая схема; б — возможная реализация

Процес проектування апаратного забезпечення КС



План стандартного ПЛІС/ПЛМ проектування

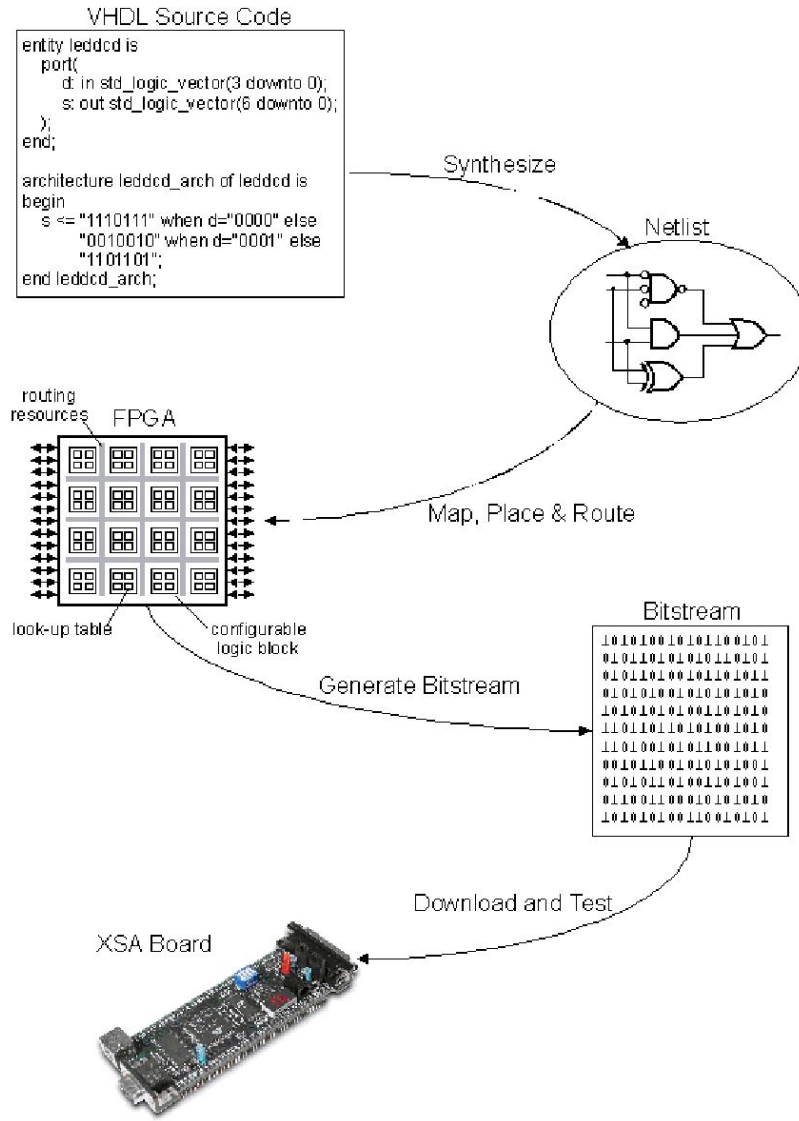
Ф ормування специфікацій	1	Ф ормування специцікацій
О значення входів та виходів	2	О значення входів та виходів
Табличне подання функцій	3	У від проекта HDL файлом, схемою, автоматом
Булівське подання функцій	4	Ф ункціональне симулювання проекта
Розробка на рівні вентилів	5	Проекція на ПЛМ або на ПЛІС (Map, Place, Route)
Симулювання проекта	6	Часове симулювання поточного результату
Побудова цифрової схеми	7	Завантаження проекта до апаратного налагоджувача
Налагоджування цифрової схеми	8	Налагоджування проекта із використанням ПК та налагоджувача

Стандартне проектування

Проектування із використанням ПЛМ та ПЛІС

Ж овтим фоном позначено етапи проектування, що автоматизуються

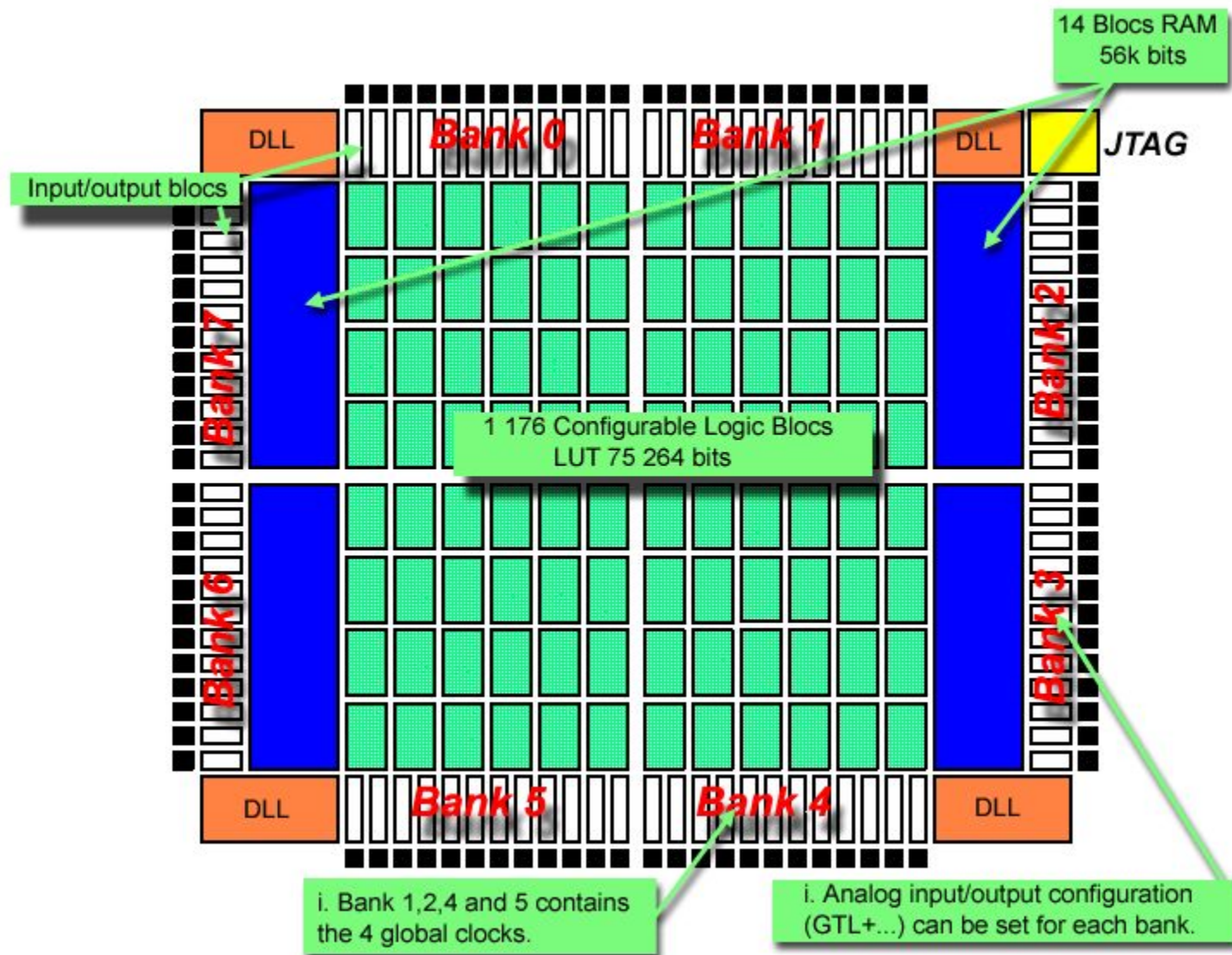
Принцип проектування в САПР Xilinx ISE



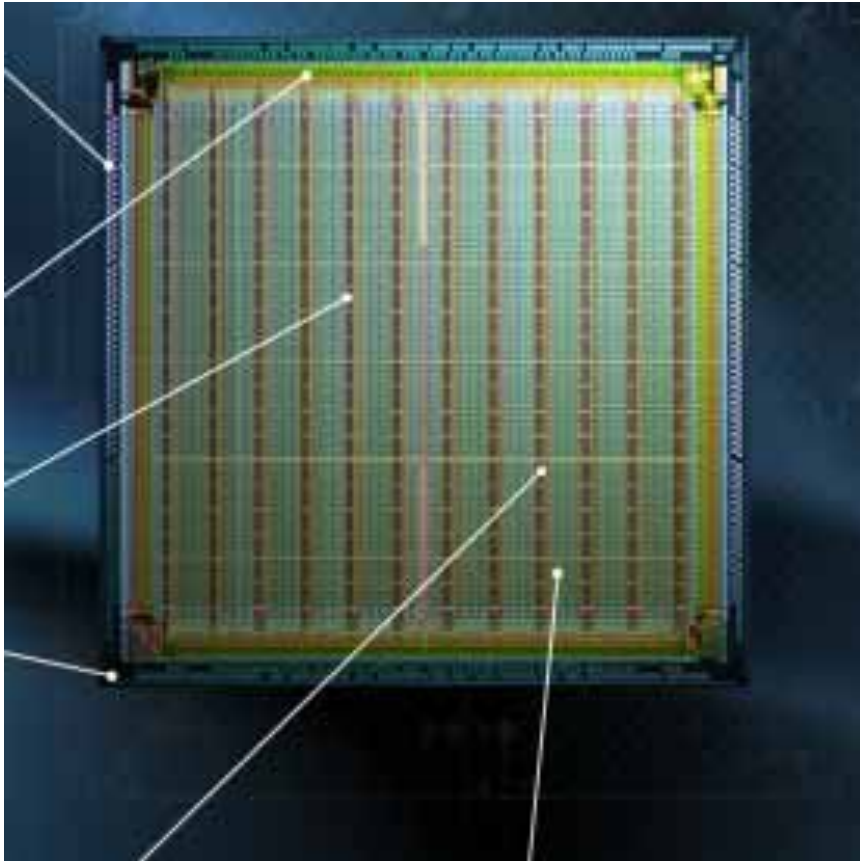
Послідовність кроків програмування ПЛІС

		Створити новий проект		<u>Увід проекту</u>
		Визначити тип проекту як HDL		
	A	Додати до проекту новий джерельний файл		
		Перевірити синтаксис		
		Якщо треба, то перейти на A		
		Визначити файл верхнього рівня		<u>Синтез проекту</u>
		Вибрати конкретну фізичну матрицю		
		Синтезувати проект	Опція: увести обмеження	
Опція : створити звіт		Оптимізувати проект	Опція : виконати функційне симулювання та аналіз часових діаграм	
		Транслювати список (нетлист)		<u>Імплементация</u>
		Виконати операції MAP (FPGA) або FIT(CPLD)	Опція : проаналізувати часові характеристики	
		Виконати операції PLACE і ROUTE	Опція : виконати часове симулювання та аналіз часових діаграм	
Опція : створити звіт		Створити файл конфігурації		
		Завантажити бінарну конфігурацію до ПЛІС		
				<u>Програмування</u>

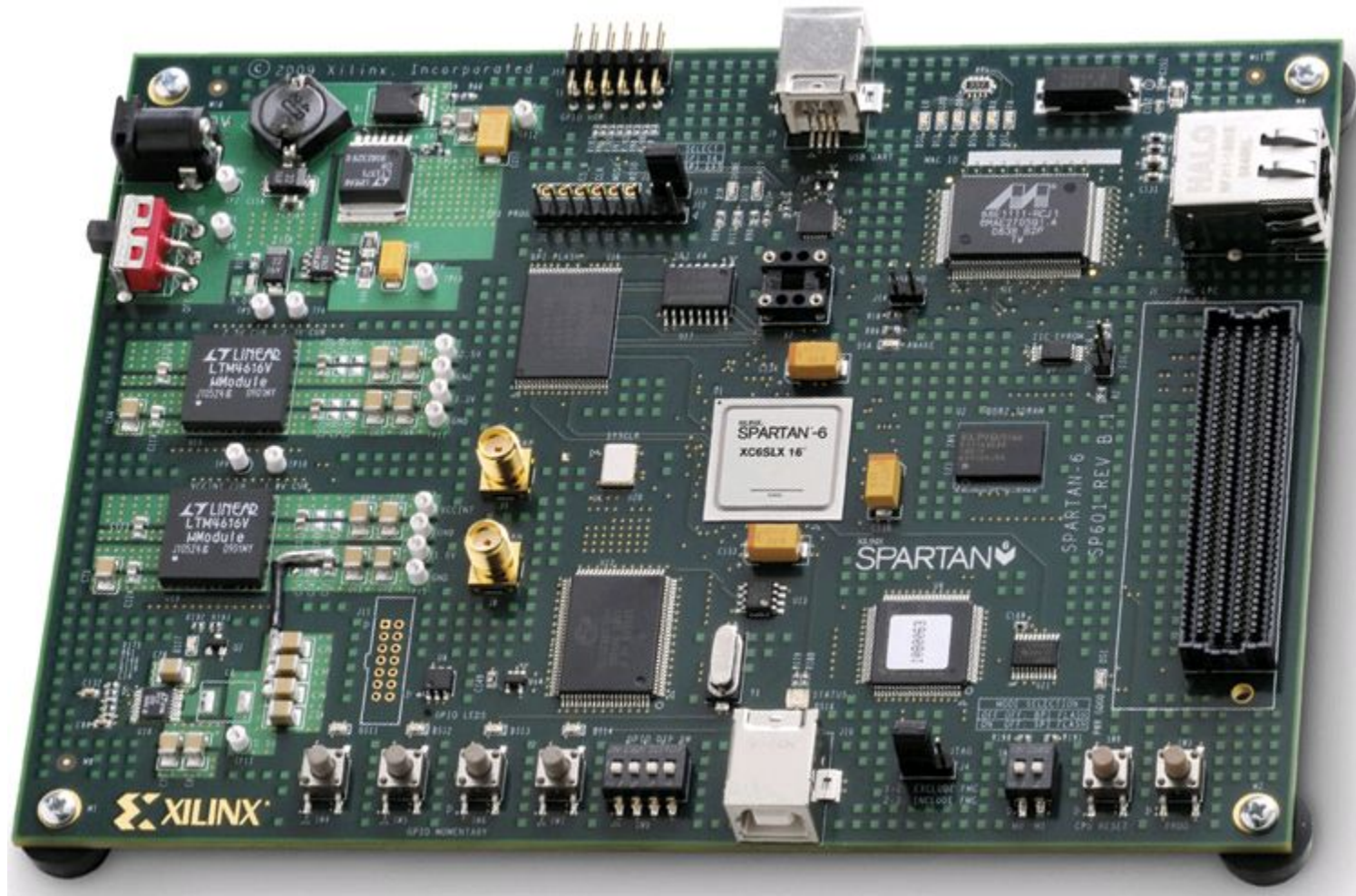
Апаратна мікроархітектура ПЛІС Xilinx Spartan-II



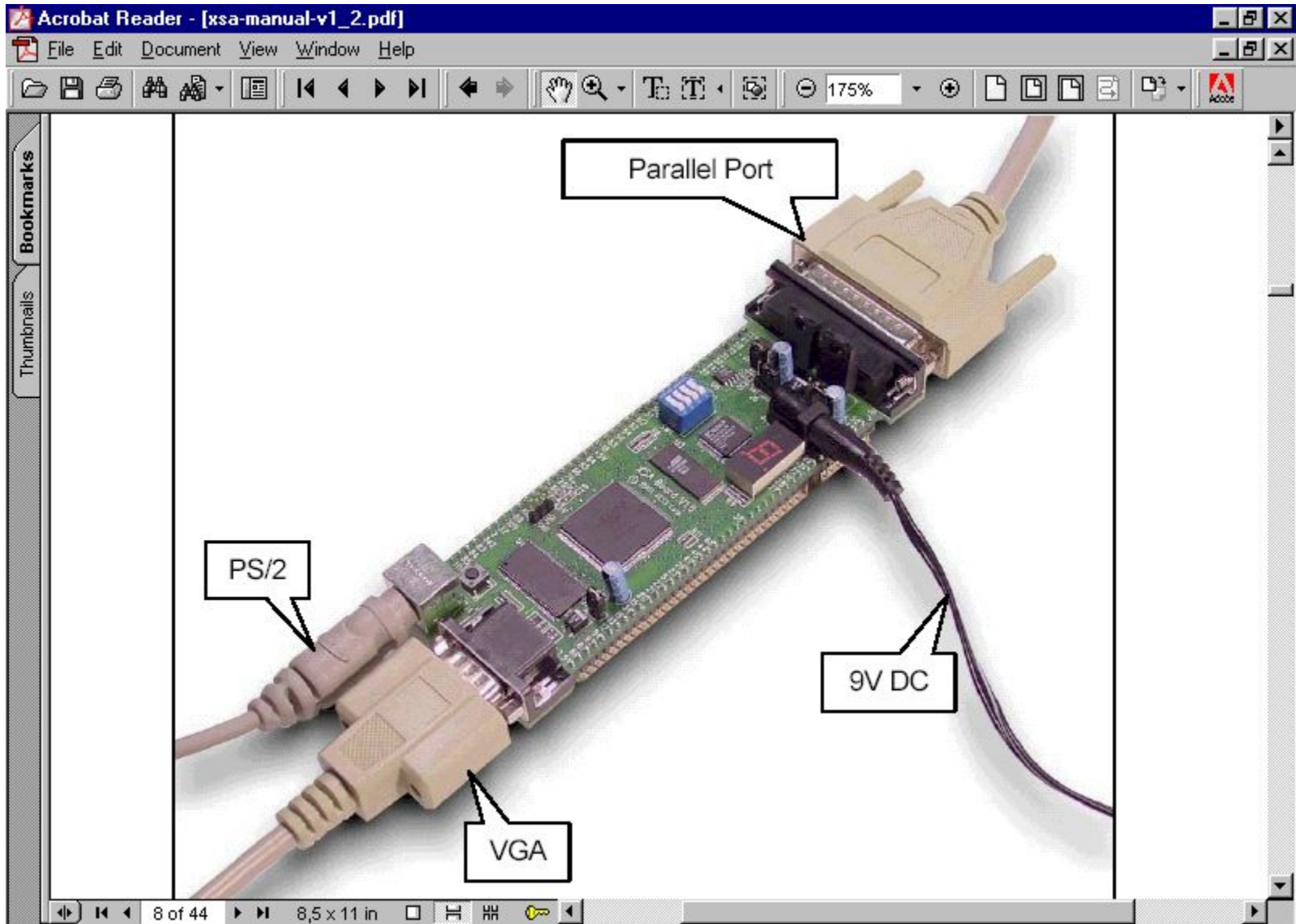
ПЛІС Virtex II Pro фірми Xilinx



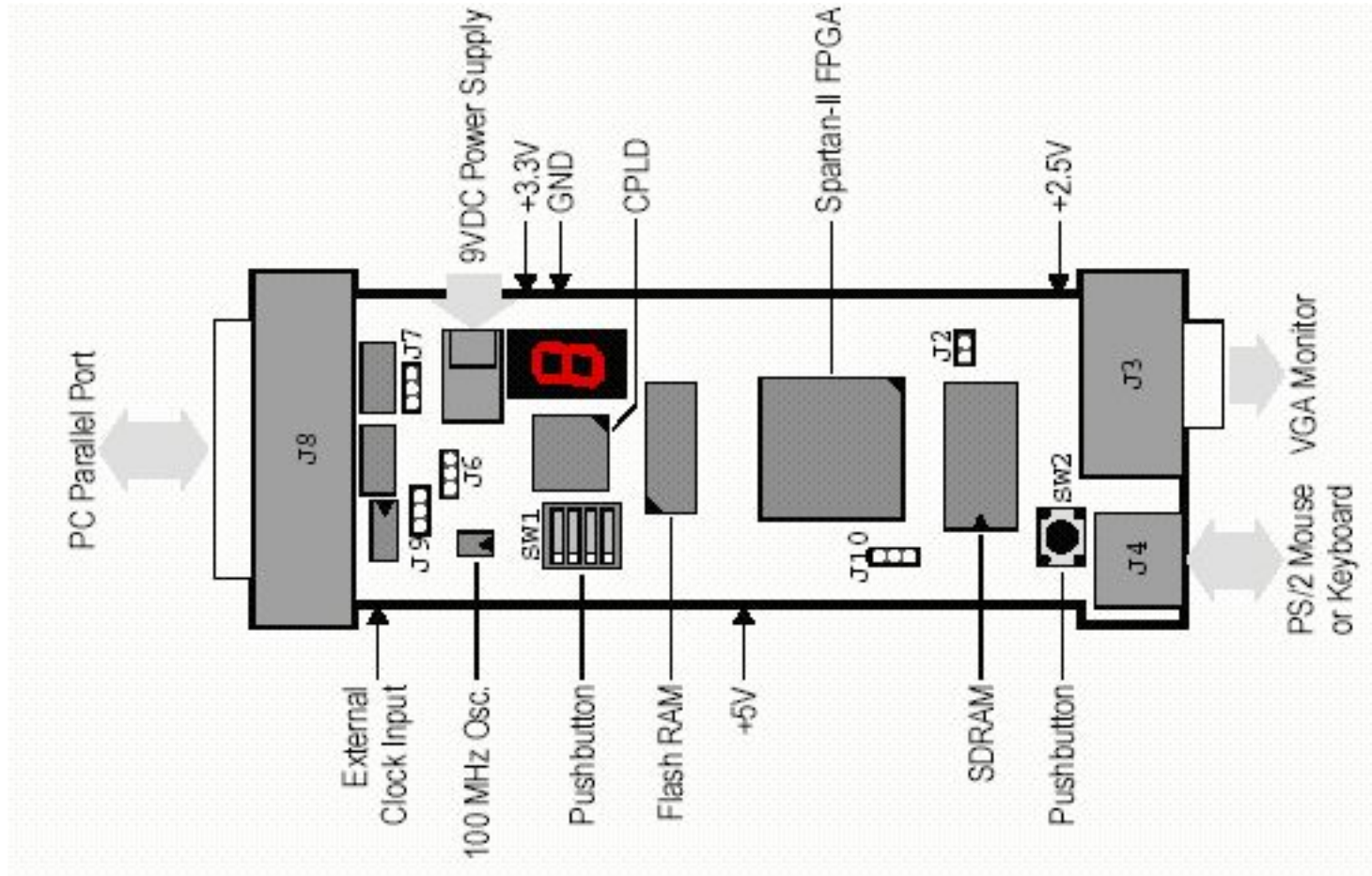
Платформа для проектів на ПЛІС Xilinx Spartan-6



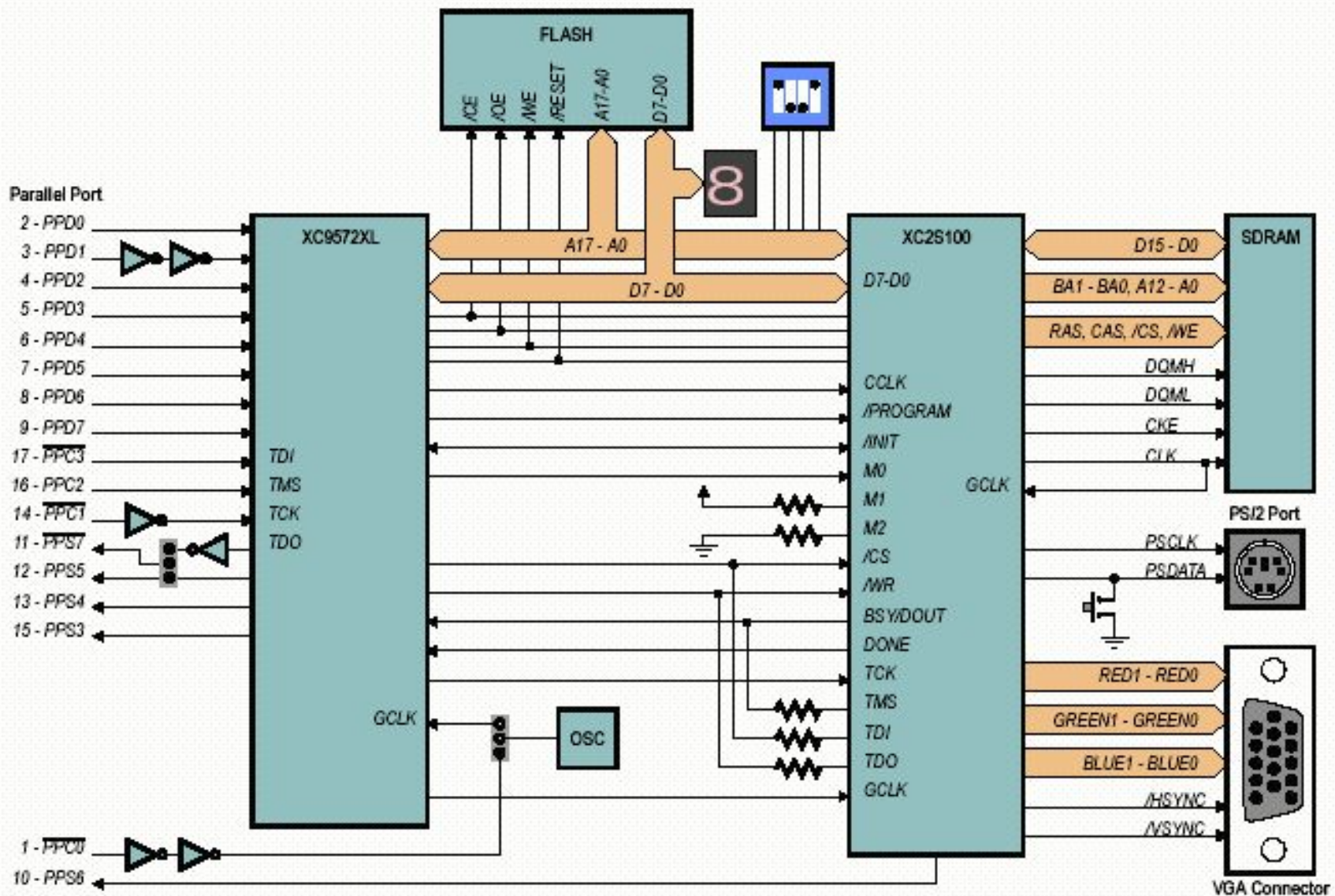
Прототипна плата XSA-100 фірми XESS Corp.



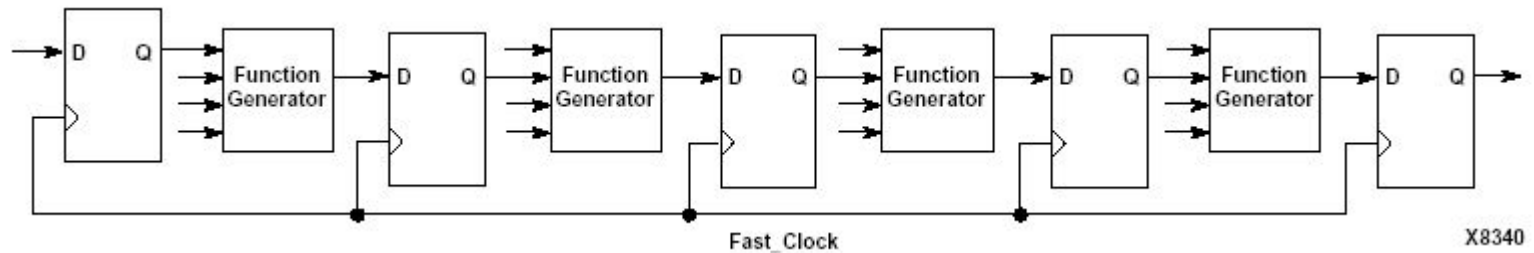
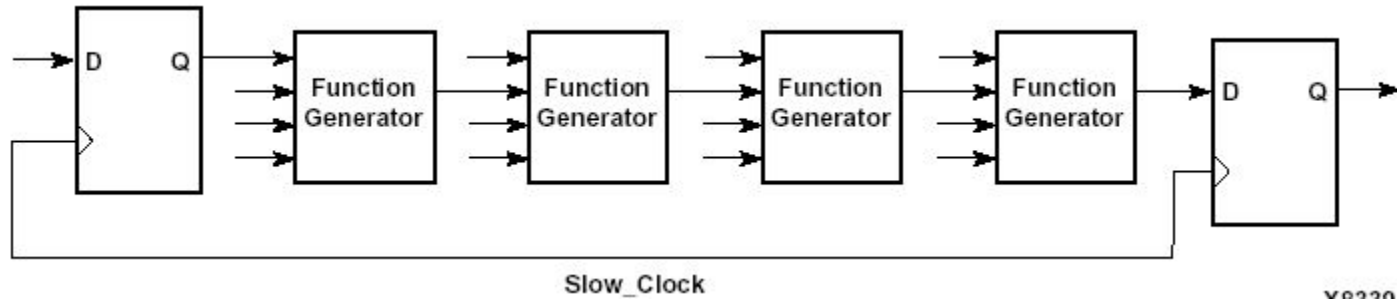
Конструкція прототипної плати XSA-100



Структурна схема прототипної плати XSA-100



Обчислювальна структура без конвеєра і конвеєрна (нижня)



Лекція 2

Дослідження та проектування комп'ютерних систем та мереж

Елементарні VHDL проекти (синтез поведінкових моделей)

Національний університет «Львівська політехніка»

Lviv Polytechnic National University

ДПКСМ, Глухов В.С. Дослідження та проектування 28

2016-201 комп'ютерних систем та мереж 1

Література. References

- ДПКСМ. Частина 1. Троценко В.В. Конспект лекцій.
- 1. <http://www.ixbt.com/cpu/microelectronics.shtml> Закон Мура против нанометров
- <http://www.nanonewsnet.ru/articles/2009/zakon-mura-kakim-putem-poidet-dalneishee-razvitie-poluprovodnikov> Закон Мура: каким путем пойдет дальнейшее развитие полупроводников
- Spartan-3 Generation FPGA User Guide UG331 (v1.8) June 13, 2011
- <https://ece.uwaterloo.ca/~cgebotys/NEW/ece427/Xtechnology.htm> Xilinx FPGA Technology
- <http://iroi.seu.edu.cn/books/asics/Book2/CH07/CH07.2.htm> Xilinx LCA
- <http://www.cse.unsw.edu.au/~cs4211/seminars/va/VirtexArchitecture.html> *Virtex Architecture Guide*
- <http://mzsola.iit.uni-miskolc.hu/cae/docs/pld1.en.html> *Field Programmable Gate Arrays (FPGA)*
- <http://mahanteshpm.blogspot.com/2013/07/how-to-use-dcmpll-as-frequency.html> How to use DCM(PLL) as frequency multiplier on FPGA
- <http://svenand.blogdrive.com/archive/149.html> Phase Lock Loop (PLL)
- <http://uk.wikipedia.org/wiki/Система>
- https://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерная_сеть